



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA DISMINUCIÓN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO, APLICADO EN PLANTA DE PULPA EN LA EMPRESA TRUPAL SA.”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Br. Jaime Paul Torres Rojas

**Asesor:**

Ing. Oscar Goicochea Ramírez

Trujillo – Perú

2017

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller **Jaime Paul Torres Rojas**, denominada:

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA DISMINUCIÓN DE COSTOS DE  
MANTENIMIENTO, APLICADO EN PLANTA DE PULPA EN LA EMPRESA  
TRUPAL SA.”**

---

Ing. Oscar Goicochea Ramírez  
**ASESOR**

---

Ing. Enrique Avendaño Delgado  
**JURADO  
PRESIDENTE**

---

Ing. Carmen Rodríguez Pajares  
**JURADO**

---

Ing. Walter Estela Tamay  
**JURADO**

## DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, por la vida, por permitir que este esfuerzo y sacrificio tenga sus frutos, a mi esposa Cristina por ese amor y comprensión, por ser el motor de mi lucha diaria por superación.

A mis padres por sus enseñanzas que permitieron ser de mí un hombre íntegro con valores.

A mis hermanos por su apoyo y amistad, a mi hija Ana Christina, a mi pequeño Víctor Manuel y a todos los que con un granito de arena aportaron para este gran logro.

## AGRADECIMIENTO

Gracias al Ing. y amigo Luis Jacobo Soles por su apoyo y tiempo dedicado a este trabajo, al Ing. Mirko Flores Alegría, Ing. Daniel Solano Silva, Nelson Gonzales Paredes, quienes me apoyaron de una u otra forma en desarrollar esta propuesta y a la vez por ayudar en el crecimiento personal y profesional de mí persona.

Un agradecimiento al Ing. Oscar Goicochea por haber confiado en mi persona, por el tiempo dedicado y los aportes a esta propuesta.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema .....	12
1.3. Justificación .....	12
1.3.1. <i>Justificación teórica</i> .....	12
1.3.2. <i>Justificación práctica</i> .....	13
1.3.3. <i>Justificación valorativa</i> .....	13
1.3.4. <i>Justificación académica</i> .....	13
1.4. Limitaciones .....	13
1.5. Objetivos.....	13
1.5.1. <i>Objetivo general</i> .....	13
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	13
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
1.1. Antecedentes.....	14
1.2. Bases teóricas.....	15
1.2.1. <i>DIAGRAMA ISHIKAWA</i> .....	15
1.2.2. <i>PARETO</i> .....	20
1.2.3. <i>5S</i> .....	20
1.2.4. <i>MANTENIMIENTO</i> .....	22
1.2.5. <i>TIPOS DE MANTENIMIENTO</i> .....	22
1.2.6. <i>MODELOS DE MANTENIMIENTO</i> .....	25
1.2.6.1. <i>Modelo correctivo</i> .....	26
1.2.6.2. <i>Modelo condicional</i> .....	26
1.2.6.3. <i>Modelo Sistemático</i> .....	27

1.2.6.4.	<i>Modelo de Alta disponibilidad</i> .....	27
1.2.7.	<i>PLAN DE MANTENIMIENTO</i> .....	28
1.2.8.	<i>PASOS PARA DESARROLLAR UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</i> .....	30
1.2.9.	<i>MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)</i> .....	32
1.2.10.	<i>COSTOS DE MANTENIMIENTO</i> .....	34
1.2.11.	<i>INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA</i> .....	36
1.2.12.	<i>PROCESOS DE PLANTA DE PULPA – ÁREA OBJETO DE ESTUDIO</i> .....	37
1.3.	<b>HIPÓTESIS</b> .....	41
1.3.1.	<i>Hipótesis General</i> .....	41
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA</b> .....		<b>42</b>
1.1.	<b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b> .....	42
1.2.	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	42
1.3.	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA (Materiales, instrumentos y métodos).</b> .....	42
1.4.	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	43
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS</b> .....		<b>44</b>
1.1.	<b>IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y CAUSAS.</b> .....	44
1.1.1.	<i>Análisis del problema</i> .....	44
1.1.2.	<i>Priorización de la causa raíz</i> .....	44
1.1.3.	<i>Identificación de los indicadores</i> .....	48
1.1.4.	<i>Desarrollo de la matriz de indicadores</i> .....	48
1.2.	<b>DESARROLLO DE PROPUESTAS</b> .....	50
1.2.1.	<i>Causa Raíz Cr1 y Cr4</i> .....	50
1.2.2.	<i>Causa Raíz Cr5, Cr9, Cr10, Cr6 y Cr7.</i> .....	51
1.2.3.	<i>Evaluación Económica Financiera.</i> .....	55
1.2.3.1.	<i>Inversión Programa de mantenimiento preventivo.</i> .....	55
1.2.3.2.	<i>Inversión Capacitación</i> .....	56
1.2.3.3.	<i>Inversión 5S</i> .....	57
1.2.3.4.	<i>Estado de Resultados y Flujo de Caja</i> .....	58
1.2.3.5.	<i>Indicadores económicos</i> .....	60
<b>CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN</b> .....		<b>62</b>
5.1.	<b>PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> .....	62
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>68</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>69</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....		<b>71</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>72</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 01:</b> Matriz de Priorización.....	47
<b>Tabla N° 02:</b> Causas raíz de acuerdo a su nivel de influencia en la problemática.....	47
<b>Tabla N° 03:</b> Indicadores de las causas raíces de los problemas.....	50
<b>Tabla N° 04:</b> Matriz resumen de indicadores de variables.....	51
<b>Tabla N° 05:</b> Accidentes laborales 2016 – antes de propuesta.....	52
<b>Tabla N° 06:</b> Accidentes laborales con la propuesta.....	53
<b>Tabla N° 07:</b> Tabla de origen – Calculo tiempos perdidos y costos.....	54
<b>Tabla N° 08:</b> Resumen tiempos perdidos por paras no programas/costos.....	54
<b>Tabla N° 09:</b> Gastos de mantenimiento periodo 2016.....	54
<b>Tabla N° 10:</b> Propuesta de implementación programa de mantenimiento preventivo (Producción).....	55
<b>Tabla N° 11:</b> Propuesta de implementación programa de Mto preventivo (Mantenimiento).....	55
<b>Tabla N° 12:</b> Inversión en personal.....	57
<b>Tabla N° 13:</b> Inversión de materiales y equipos.....	57
<b>Tabla N° 14:</b> Inversión de las capacitaciones propuestas.....	57
<b>Tabla N° 15:</b> Inversión de la evaluación y monitoreo de las capacitaciones.....	58
<b>Tabla N° 16:</b> Inversión para la Herramienta de 5S.....	58
<b>Tabla N° 17:</b> Evaluación económica y financiera.....	59
<b>Tabla N° 18:</b> Re Inversión y Depreciación de equipos - PMP.....	60
<b>Tabla N° 19:</b> Re Inversión y Depreciación equipos – 5S.....	60
<b>Tabla N° 20:</b> Resumen de inversión, Depreciación y Reinversiones.....	60
<b>Tabla N° 21:</b> Indicadores Económicos (VAN, TIR Y PRI).....	61
<b>Tabla N° 22:</b> Indicadores Económicos (BC).....	61
<b>Tabla N° 23:</b> Detalle de horas perdidas y perdidas expresados en soles (Anual).....	62
<b>Tabla N° 24:</b> Detalle de gastos de mantenimiento periodo 2016 – Sobre lo presupuestado (Anual).....	63
<b>Tabla N° 25:</b> Disponibilidad de equipos – horas no operativos por paradas no programadas.....	63
<b>Tabla N° 26:</b> Beneficios con la implementación del Programa de Mto. Preventivo – Producción.....	64
<b>Tabla N° 27:</b> Beneficios en la reducción de costos de mantenimiento.....	65
<b>Tabla N° 28:</b> Cuadro comparativo compras de repuestos con ZTU / normales.....	65
<b>Tabla N° 29:</b> Valores porcentuales actuales de los indicadores.....	66
<b>Tabla N° 30:</b> Valores meta de los indicadores después de la propuesta.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°01.</b> Diagrama Ishikawa – Deficiencia en la gestión de mantenimiento.....	20
<b>Figura N°02.</b> Las 5S .....	23
<b>Figura N°03.</b> Comparación de los tres principales mantenimientos .....	26
<b>Figura N°04.</b> Modelo Correctivo.....	28
<b>Figura N°05.</b> Modelo Condicional.....	28
<b>Figura N°06.</b> Modelo Sistemático.....	29
<b>Figura N°07.</b> Modelo de Alta Disponibilidad.....	30
<b>Figura N°08.</b> RCM en resumido en 7 preguntas básicas .....	35
<b>Figura N°09.</b> Molinos – Desmeduladora Moist.....	40
<b>Figura N°10.</b> Desmedulado WET .....	40
<b>Figura N°11.</b> Tinas Lavadoras – Desmedulado WET .....	41
<b>Figura N°12.</b> Weting Tube – Línea de Digestión.....	41
<b>Figura N°13.</b> Desfibrador RGP36 – Línea de Digestión.....	42
<b>Figura N°14.</b> Digestor – Línea de Digestión.....	42
<b>Figura N°15.</b> Lavadoras – Línea de Lavado.....	43
<b>Figura N°16.</b> Diagrama de Ishikawa – Planta de Pulpa 8 .....	51
<b>Figura N°17.</b> Diagrama de Pareto .....	52
<b>Figura N°18.</b> Falta de orden y limpieza – Taller mantenimiento mecánico.....	58
<b>Figura N°19.</b> Falta de orden y limpieza – Taller mantenimiento mecánico.....	58
<b>Figura N°20.</b> Implementación 5S resultados Planta Trupal Lima .....	59

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico n° 1.</b> Tiempos muertos por Mtto. y beneficios obtenidos en horas.....	63
<b>Gráfico n° 2.</b> Perdidas y beneficios obtenidos (S/.) por implementación de Propuesta.....	63
<b>Gráfico n° 3.</b> Costos de Mtto. y beneficios obtenidos por implementación de Propuesta.....	64
<b>Gráfico n° 4.</b> Costos por repuestos con ZU y beneficios obtenidos Implem. La Propuesta.....	64
<b>Gráfico n° 5.</b> Valores porcentuales actuales de los indicadores.....	65
<b>Gráfico n° 6.</b> Valores meta de los indicadores después de la propuesta.....	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo n° 1.</b> Guía de Entrevista – Mantenimiento.....	72
<b>Anexo n° 2.</b> Cuestionario priorización de causas.....	74
<b>Anexo n° 3.</b> Ficha de registro de costos por Mantenimiento y Operación.....	75
<b>Anexo n° 4.</b> Ficha de registro de tiempos de Operación y Mantenimiento Planta de Pulpa .....	76
<b>Anexo n° 5.</b> Detalle tiempo perdido – Mantenimiento correctivo.....	78
<b>Anexo n° 6.</b> Codificación de equipos.....	80
<b>Anexo n° 7.</b> Criticidad de Equipos.....	81
<b>Anexo n° 8.</b> Análisis de criticidad... ..	83
<b>Anexo n° 9.</b> Check List – Equipos Planta de Pulpa... ..	84
<b>Anexo n° 10.</b> Formato orden de trabajo – Mantenimiento.....	85
<b>Anexo n° 11.</b> Plan de mantenimiento preventivo.....	86
<b>Anexo n° 12.</b> Fichas técnicas.....	88
<b>Anexo n° 13.</b> Formato Control adquisición y renovación de equipos.....	89
<b>Anexo n° 14.</b> Formato Control y Auditoria herramienta 5S.....	90
<b>Anexo n° 15.</b> Modelo de mantenimiento.....	91
<b>Anexo n° 16.</b> Resumen gastos mensuales de repuestos y resumen compras por ZTU.....	92
<b>Anexo n° 17.</b> Calculo del COK.....	93
<b>Anexo n° 18.</b> Diagramas de proceso Planta de Pulpa 8 – Trupal S.A (Trujillo).....	94
<b>Anexo n° 19.</b> Cuadro de gastos de Mantenimiento por Proceso – Trupal S.A (Trujillo).....	98
<b>Anexo n° 20.</b> Cuadro de Indicadores – Gestión de Mantenimiento Trupal S.A (Trujillo).....	99

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general reducir los costos de mantenimiento en el Área de Planta de Pulpa 8 de la empresa Trupal S.A. mediante la propuesta de una implementación de un programa de mantenimiento preventivo.

En primer lugar, se realizó un diagnóstico de costos en el área de Planta de Pulpa y se llegó a determinar que sus costos operativos eran muy elevados, ocasionado por sus altos costos por mantenimiento correctivo. Llegándose a encontrar en los periodos 2014 un gasto en mantenimiento de S/1, 193,276 2015 de S/1, 661,871 y en el 2016 de S/2, 213,977, gastos que se ven incrementados anualmente, los tiempos perdidos por no contar con un programa de mantenimiento preventivo son de 452.61 horas en el 2016 por lo cual Planta de Pulpa dejó de vender a su cliente interno la MP7 un valor de S/ 2, 091,058.20 en este periodo.

Luego de identificado los problemas mediante el diagnóstico del área de Planta de Pulpa y teniendo en consideración la problemática existente en dicha área. Se procede a priorizar las causas raíces mediante el diagrama Ishikawa, continuando con un diagrama de Pareto para determinar las causas principales a desarrollar, basándose en herramientas Leen como parte de la solución a estos problemas.

Finalmente, con la información obtenida y analizada, se procederá a elaborar los análisis de resultados y conclusión del presente trabajo, denominado: "Propuesta de implementación de un programa de mantenimiento preventivo, para la disminución de costos de mantenimiento aplicado en Planta de Pulpa 8 en la Empresa Trupal S.A., propuesta que tiene como finalidad reducir los costos de mantenimiento y por ende los costos operativos de Planta de Pulpa 8 los cuales estarán reflejados en el VAN, TIR y B/C. Lo cual concluirá si esta propuesta de implementación es factible y a su vez rentable para la empresa Trupal S.A.

## ABSTRACT

The objective of this work was to reduce maintenance costs in the Pulp 8 Plant Area of Trupal S.A. Through the proposal of an implementation of a preventive maintenance program.

First, a cost diagnosis was carried out in the Pulp Plant area and it was determined that its operating costs were very high, due to its high costs for corrective maintenance. In the period 2014, there was a maintenance cost of S / 1,193,276, 2015 of S / 1,661,871 and in 2016 of S / 2,213,977, expenses that are increased annually, the time lost for not having a preventive maintenance program are Of 452.61 hours in 2016 for which Pulp Plant stopped selling to its internal customer the MP7 a value of S / 2,091,058.20 in this period.

After identifying the problems through the diagnosis of the Pulp Plant area and taking into account the problems in that area. We proceed to prioritize root causes using the Ishikawa diagram, continuing with a Pareto diagram to determine the root causes to develop, based on Lean tools as part of the solution to these problems.

Finally, with the information obtained and analyzed, we will proceed to elaborate the results analysis and conclusion of the present work, denominated: "Proposal of implementation of a program of preventive maintenance, for the reduction of maintenance costs applied in Pulp Plant 8 in The Company Trupal S.A., a proposal that aims to reduce maintenance costs and therefore the operating costs of Pulp Plant 8 which will be reflected in the NPV, TIR and B / C. This will conclude if this proposal of implementation is feasible and in turn profitable for the company Trupal S.A.

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

Actualmente, la influencia del mantenimiento preventivo en las industrias tiene un escucha mucho más contundente. La empresa Trupal S.A es ajena a esta necesidad la cual está ocasionando que los activos de esta empresa no tengan la atención adecuada generando paradas inesperadas de producción por fallas que se presentan en Planta de Pulpa 8, los mismos que no cuentan con un Programa de mantenimiento Preventivo; llegando a tener costos operativos elevados y por consecuente esto encarece el costo por tonelada de papel producido.

El Nivel de productividad de la Planta de Pulpa se ve afectada por la falta de confiabilidad y disponibilidad de los equipos, actualmente la productividad se encuentra entre 60% a 75%, en el 2016 se llegó a tener 452.61 horas perdidas por falla de equipos dejando así de producir 3,485.10 toneladas de pulpa de bagazo.

Trupal S.A se encuentra ubicada a 500 m del mar, la brisa es uno de los factores que ocasiona el deterioro prematuro de los equipos y sus partes.

La falta de un programa de mantenimiento adecuado (preventivo), está ocasionando cuantiosas pérdidas económicas, como se refleja en los gastos de mantenimiento generados durante los años 2014(S/ 1, 193,276), 2015(S/ 1, 661,871) y 2016(S/2, 213,977). La finalidad de proponer la implementación de un programa de mantenimiento preventivo es disminuir los costos de mantenimiento ocasionados por paradas no programadas, la adquisición de repuestos de emergencia (ZU) por no contar con un sistema de requerimiento de repuestos y los servicios de terceros que tienen que cubrir los trabajos no efectuados por parte de personal propio de la empresa. Con esta implementación también se verá una mejora en la producción de planta de pulpa 8 disminuyendo los tiempos de parada, esto se verá reflejado en incremento de pasta vendida a la MP7.

### **1.2. Formulación del problema**

¿Cuáles son los factores a tomar en cuenta para la formulación de la propuesta de implementación de un Programa de mantenimiento preventivo en los costos de mantenimiento de Planta de Pulpa en la empresa Trupal S.A?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Justificación teórica**

El presente estudio se justifica en cuanto a la necesidad de conocer y aprender a utilizar las diferentes herramientas de gestión de mantenimiento, las cuales serán

aplicadas correctamente, para la mejora del Nivel de productividad de la Planta de Pulpa y la reducción de costos de mantenimiento.

### **1.3.2. Justificación práctica**

Esta investigación se justifica en cuanto al impacto que tendrá en la rentabilidad de la empresa, generando en ella mejorías, las cuales se lograrán al implementar la propuesta que se plantea en el proyecto de investigación.

### **1.3.3. Justificación valorativa**

El presente trabajo se justifica, porque su estudio manifiesta la importancia de contar con un programa de manteniendo adecuado (preventivo) para la conservación de los activos de la empresa, sabiendo que en la actualidad, el enfoque que le da la industria a estos programas son beneficiosos para su rentabilidad.

### **1.3.4. Justificación académica**

La importancia de realizar este trabajo es debido a que hoy en día Trupal S.A. está sistematizando sus procesos de mantenimiento a nivel planta y, siendo de mucha importancia los conocimientos recibidos en la universidad las cuales permiten poder interpretar muchos conceptos de Gestión de mantenimiento.

## **1.4. Limitaciones**

La limitación más trascendente fue el tiempo, ya que las funciones del cargo en el cual me desempeño limitan el tiempo para la investigación y las entrevistas; las cuales fueron superadas tomando parte del tiempo del refrigerio y horas extras no remuneradas.

La falta de data histórica de los equipos; se superó acudiendo a los archivos personales de cada responsable del área.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Formular la propuesta de implementación de un Programa de mantenimiento preventivo para la disminución de costos de mantenimiento de Planta de Pulpa en la empresa Trupal S.A.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Realizar un análisis y diagnóstico del mantenimiento de la Empresa Trupal S.A para delimitar la problemática.
- Realizar un diagnóstico de la situación actual de los costos de mantenimiento de Planta de Pulpa.
- Realizar la propuesta de mejora, aplicando Programa de Mantenimiento preventivo, 5S y Programa de capacitaciones.
- Describir la proyección económica y financiera de propuesta planteada.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

Esta investigación, se ha elaborado en base a una búsqueda bibliográfica y haciendo un análisis de la información encontrada, se denotan algunos antecedentes encontrados.

#### Ámbito Internacional

- Valdivieso Torres, Juan (2010) Ecuador, en su tesis “Diseño de un Plan de mantenimiento Preventivo para la Empresa Extruplas S.A” Sustento la implementación de un programa de mantenimiento preventivo para una sección específica de la empresa Extruplas S.A, este análisis fue realizado en las líneas de inyección, expandido, calandrado y extrusión de espuma; donde después de realizado el análisis se determinó que la línea de expandido es la de mayor importancia para la producción, por lo cual se determina implementar el programa de mantenimiento en esta línea.

También determino que en la empresa Extruplas S.A el 90% de este era mantenimiento correctivo y por su operatividad a doble jornada los 360 días del año necesita que los equipos tengan una alta disponibilidad. Concluyendo así que el mantenimiento incide, por lo tanto, en la calidad y cantidad de la producción.

- Milanese Negro, Christian (2013) Venezuela, en su tesis “Diseño de un plan preventivo basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad de la maquina papelera”. Evaluó el desarrollo de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos considerados críticos de la empresa Cartoven, los beneficios de la implementación de este mantenimiento se verán reflejados en la gestión de mantenimiento de la Gerencia de planta con la cual se podrán tomar decisiones con mayor información, esto permitirá que las acciones sean aún más acertadas y que los equipos sean confiables ya que la perdida de sus funciones durante una situación de emergencia causaría serios problemas en la producción de la planta.

Concluyendo, que con la implementación de un plan de mantenimiento Preventivo garantizará la disminución de los Costos Operativos e Incrementara la confiabilidad de los equipos de la planta.

#### Ámbito Nacional

- Muñoz Ibeibarriaga, José A. (2014) en su tesis “Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado” Sustento la propuesta de implementación, desarrollo y análisis de la gestión mantenimiento que permitirá a la empresa Papelera del Sur asegurar la eficiente operación y optima conservación de la maquinaria conservando así los valores de

calidad del producto.

Concluyendo que la gestión de mantenimiento es parte del reflejo de las buenas prácticas de manufactura que proyecta una compañía tanto a sus clientes como internamente a su personal, es una parte importante de la política interna y es una muestra del interés en el intento de mejorar y crecer. En los cálculos se evidencia que la empresa Papelera Del Sur pierde una capacidad productiva promedio de S/.34627.00 en ventas debido a falta de disponibilidad de las líneas de operación por problemas mecánicos y eléctricos, los cuales podrían evitarse con un mantenimiento mejor organizado. La inversión inestimada inicial de este proyecto es de S/.124000 y en un tiempo calculado de 5 años la inversión ofrecería un TIR del 18% (escenario pesimista) o 107% (escenario más favorable)

- Chang Nieto, Enrique. (2008) en su tesis “Propuesta de un modelo de Gestión de mantenimiento para una pequeña empresa del rublo de minería para Reducción de costos del servicio de alquiler”. Sustenta su Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento debido a que en la empresa Tecdril dedicada al alquiler de maquinaria para la minería existe un alto costo por excesivo mantenimiento correctivo, al no contar con los controles preventivos necesarios, el desconocimiento de Gerencia sobre el costo de oportunidad y el control preventivo nulo de los equipos. Ocasionando aproximadamente S/103.488 de gastos incurridos por paradas no programadas. Luego de hacer un análisis de las posibles causas de estos problemas concluye que mediante la aplicación de múltiples herramientas de ingeniería y de gestión de mantenimiento se puede aminorar el problema de paradas no programadas en un 69% con una inversión que sería recuperada en 17 meses, así reducir los costos de mantenimiento, elevar la eficiencia y productividad de los equipos.

## 1.2. Bases teóricas

### 1.2.1. DIAGRAMA ISHIKAWA

De acuerdo a Humberto Gutiérrez (2009) define a este diagrama como:

Un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. (p.152)

El uso del diagrama de Ishikawa (DI), con las tres herramientas que se ha visto en las secciones anteriores, ayudará a no dar por obvias las causas, sino que se trate de ver el problema desde diferentes perspectivas.

De acuerdo a Ruiz-Falcó (2009) existen tres tipos básicos de diagramas de Ishikawa, los cuales dependen de cómo se buscan y se organizan las causas en la gráfica.

### **Método de las 6 M**

Según Gutiérrez (2005) el “método de las 6 M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6 M): métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente” (p.153). Como se vio en el capítulo 1, estos seis elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6 M. La pregunta básica para este tipo de construcción es: ¿qué aspecto de esta M se refleja en el problema bajo análisis? Más adelante se da una lista de posibles aspectos para cada una de las 6 M que pueden ser causas potenciales de problemas en manufactura.

### **Aspectos o factores a considerar en las 6 M**

#### **Mano de obra o gente**

- Conocimiento (¿la gente conoce su trabajo?).
- Entrenamiento (¿los operadores están entrenados?).
- Habilidad (¿los operadores han demostrado tener habilidad para el trabajo que realizan?).
- Capacidad (¿se espera que cualquier trabajador lleve a cabo su labor de manera eficiente?).
- ¿La gente está motivada? ¿Conoce la importancia de su trabajo por la calidad? (Gutiérrez, 2005)

#### **Métodos**

- Estandarización (¿las responsabilidades y los procedimientos de trabajo están definidos de manera clara y adecuada o dependen del criterio de cada persona?).
- Excepciones (¿cuándo el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo existe un procedimiento alternativo definido claramente?).
- Definición de operaciones (¿están definidas las operaciones que constituyen los procedimientos?, ¿cómo se decide si la operación fue realizada de manera correcta?).

La contribución a la calidad por parte de esta rama es fundamental, ya que por un lado cuestiona si están definidos los métodos de trabajo, las operaciones y las responsabilidades; por el otro, en caso de que sí estén definidas, cuestiona si son adecuados. (Gutiérrez, 2009, p.155).

### **Máquinas o equipos**

- Capacidad (¿las máquinas han demostrado ser capaces de dar la calidad que se requiere?).
- Condiciones de operación (¿las condiciones de operación en términos de las variables de entrada son las adecuadas?, ¿se ha realizado algún estudio que lo respalde?).
- ¿Hay diferencias? (hacer comparaciones entre máquinas, cadenas, estaciones, instalaciones, etc. ¿Se identificaron grandes diferencias?).
- Herramientas (¿hay cambios de herramientas periódicamente?, ¿son adecuados?).
- Ajustes (¿los criterios para ajustar las máquinas son claros y han sido determinados de forma adecuada?).
- Mantenimiento (¿hay programas de mantenimiento preventivo?, ¿son adecuados?).

### **Material**

- Variabilidad (¿se conoce cómo influye la variabilidad de los materiales o materia prima sobre el problema?).
- Cambios (¿ha habido algún cambio reciente en los materiales?).
- Proveedores (¿cuál es la influencia de múltiples proveedores?, ¿se sabe si hay diferencias significativas y cómo influyen éstas?).
- Tipos (¿se sabe cómo influyen los distintos tipos de materiales?).

### **Mediciones**

- Disponibilidad (¿se dispone de las mediciones requeridas para detectar o prevenir el problema?).
- Definiciones (¿están definidas de manera operacional las características que son medidas?).
- Tamaño de la muestra (¿han sido medidas suficientes piezas?, ¿son representativas de tal forma que las decisiones tengan sustento?).
- Repetibilidad (¿se tiene evidencia de que el instrumento de medición es capaz de repetir la medida con la precisión requerida?).
- Reproducibilidad (¿se tiene evidencia de que los métodos y criterios usados por los operadores para tomar mediciones son adecuados?).
- Calibración o sesgo (¿existe algún sesgo en las medidas generadas por el sistema de medición?). Esta rama destaca la importancia que tiene el sistema de medición para la calidad, ya que las mediciones a lo largo del proceso son la base para tomar decisiones y acciones; por lo tanto, debemos preguntarnos si estas mediciones son representativas y correctas, es decir, si en el contexto del problema que se está analizando, las mediciones son de calidad, y si los resultados de medición, las pruebas y la inspección son fiables. (Gutiérrez, 2009)

### **Medio ambiente**

- Ciclos (¿existen patrones o ciclos en los procesos que dependen de condiciones del medio ambiente?).
- Temperatura (¿la temperatura ambiental influye en las operaciones?).

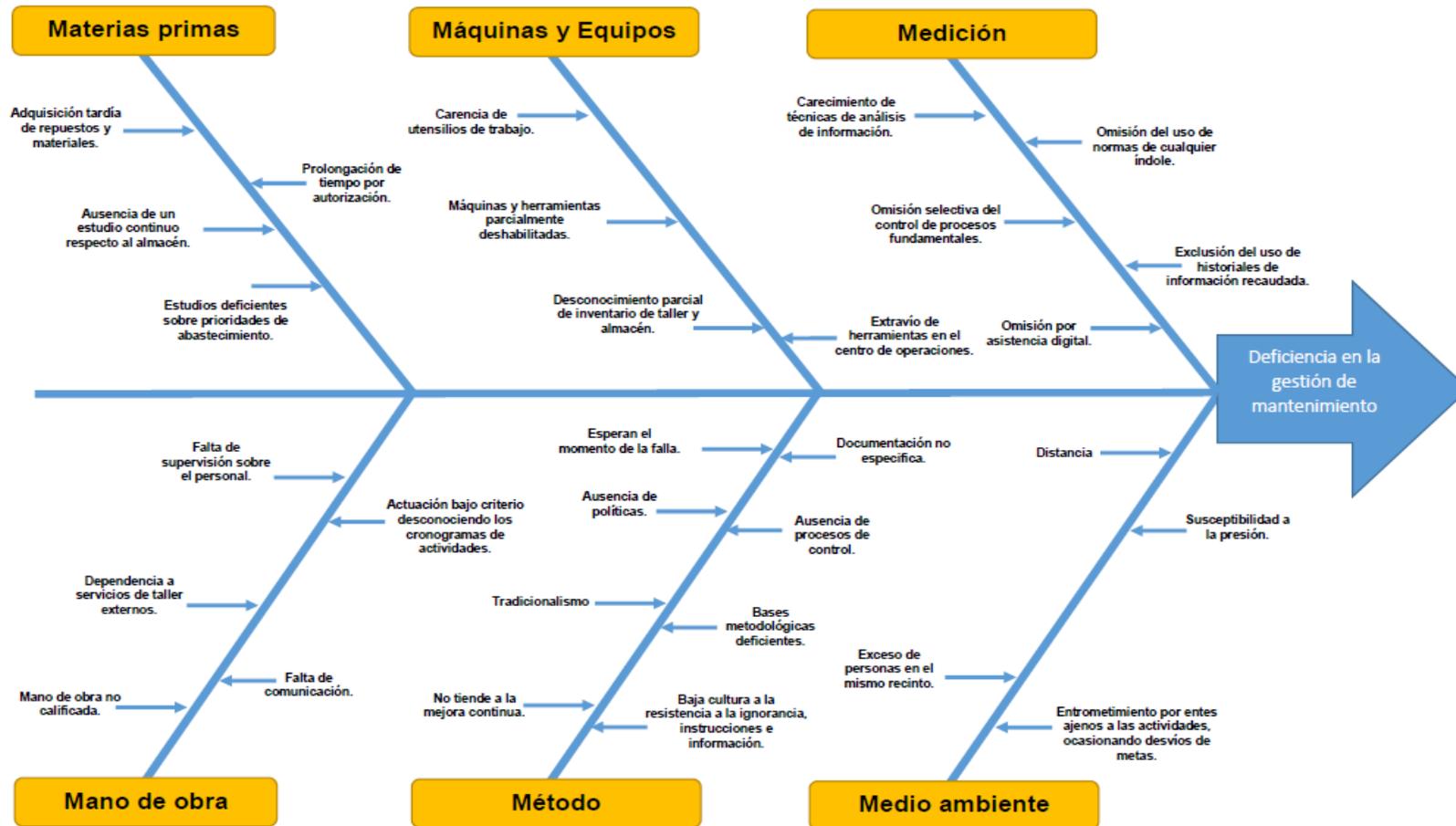
### **Ventajas del método 6 M**

- Obliga a considerar una gran cantidad de elementos asociados con el problema.
- Es posible usarlo cuando el proceso no se conoce a detalle.
- Se concentra en el proceso y no en el producto.

### **Desventajas del método 6 M**

- En una sola rama se identifican demasiadas causas potenciales.
- Se tiende a concentrar en pequeños detalles del proceso.
- No es ilustrativo para quienes desconocen el proceso. (Gutiérrez, 2009)

Figura 1. Diagrama Ishikawa – Deficiencia en la gestión de mantenimiento



Fuente: Gregorio Quiñones (s/a)- [www.emaze.com](http://www.emaze.com)

### 1.2.2. PARETO

Humberto Gutiérrez (2009) refiere que de acuerdo al principio de Pareto:

Se reconoce que más de 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Pero, además, en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa. Lo anterior es la premisa del diagrama de Pareto, el cual es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” y se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos tengan mayor impacto. (p.140)

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923). (Gutiérrez, 2009)

### 1.2.3. 5S

(Heizer, 2006) refiere que de acuerdo a la metodología Japonesa:

Las 5 S desde los primeros días del siglo XX los directivos se centraron en “la organización de la casa”, y en todo lo que supone tener un lugar de trabajo ordenado, limpio y eficiente. En los últimos años los directores de operaciones han adornado la “organización de la casa” incluyendo una lista de comprobación (Check List) que se conoce como las 5S. (p. 270)

Los japoneses desarrollaron las 5S iniciales. Las 5S no sólo son una buena lista de comprobación para las operaciones enjutas, sino que también proporcionan un sencillo medio con el que ayudar en el cambio cultural que es necesario a menudo para lograr unas operaciones ajustadas.

La denominación 5 S proviene de los vocablos japoneses seiri (clasificar y vaciar), seiton (ordenar y configurar), seiso (lavar y limpiar), seiketsu (mantener la salubridad y limpieza de uno mismo y del lugar de trabajo) y shitsuke (autodisciplina y estandarización de estas prácticas).

A continuación se explican las 5 S: (Heizer, 2006)

- **Clasificar/apartar:** conserve lo que sea necesario y aparte todo lo demás del área de trabajo; ante la duda, sáquelo. Hay que identificar los artículos que no tienen valor y sacarlos. Al conseguir deshacerse de estos artículos se gana espacio y normalmente mejora el flujo de trabajo.
- **Simplificar/ordenar:** ordene y utilice herramientas de análisis de métodos para mejorar el flujo de trabajo y reducir los movimientos inútiles. Analice los problemas ergonómicos a corto y a largo plazo. Etiquete y haga visible para una fácil utilización sólo lo que se necesite en el área de trabajo.
- **Limpiar/barrer:** limpiar diariamente; suprimir todo tipo de suciedad, contaminación y desorden en la zona de trabajo.
- **Estandarizar:** eliminar las variaciones del proceso desarrollando procedimientos operativos estandarizados y listas de comprobación; los buenos estándares hacen que lo anormal se haga evidente. Estandarizar los equipos y las herramientas de manera que el tiempo y el coste de la formación multidisciplinar se reduzcan. Forme y vuelva a formar al equipo de trabajo para que cuando se produzcan desviaciones sean constatadas rápidamente por todos.
- **Mantener/autodisciplina:** revise periódicamente para reconocer los esfuerzos y para motivar de forma que mantengan los progresos. Utilice elementos visuales siempre que sea posible para comunicar y mantener los progresos.

Las 5S proporcionan un vehículo de mejora continua con el que se pueden sentir identificados todos los empleados. Los directores de operaciones sólo tienen que pensar en los ejemplos de una sala de urgencias hospitalarias bien gestionada o la limpieza y la pulcritud de un parque de bomberos para tener un punto de referencia (benchmark). Las oficinas y los comercios, al igual que los fabricantes, también han utilizado con éxito las 5S en sus respectivos esfuerzos para llegar a las operaciones ajustadas. Jay Heizer/Barry Render (2006).

Figura 2. Las 5S



Fuente: Emprendices - <https://www.emprendices.co/la-metodologia-las-5s-cuales-beneficios/>

#### 1.2.4. MANTENIMIENTO

De acuerdo a lo investigado por Navarro (2007) lo define como: “El control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general” (p.92). Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

##### Objetivos

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir costes.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

#### 1.2.5. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Para Boulcy (2009) se definen los siguientes tipos:

Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento, etc. Los tipos de mantenimiento que se van a estudiar son los siguientes:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo total

**Mantenimiento Correctivo.-** Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo.

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Asimismo, fallos no detectadas a tiempo, ocurridos en partes cuyo cambio hubiera resultado de escaso coste, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas conexos que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

Otro inconveniente de este sistema, es que se debe disponer de un capital importante invertido en piezas de repuesto. (Rey, 2001)

**Mantenimiento Preventivo.-** Es el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema. (Morrow, 2004)

#### **Las desventajas que presenta este sistema son:**

- **Cambios innecesarios:** al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo coste es escaso frente al correspondiente de desmontaje y montaje, con el fin de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.
  - **Problemas iniciales de operación:** cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se monta y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
  - **Coste en inventarios:** el coste en inventarios sigue siendo alto aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
  - **Mano de obra:** se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible.

- **Mantenimiento no efectuado:** si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una degeneración del servicio.

#### **Las ventajas de este sistema:**

- **Seguridad:** Las obras e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad.
- **Vida útil:** Una instalación tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.
- **Coste de reparaciones:** Es posible reducir el costo de reparaciones si se utiliza el mantenimiento preventivo.
- **Inventarios:** También es posible reducir el costo de inventarios empleando el sistema de mantenimiento preventivo.
- **Carga de Trabajo:** La carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo.
- **Aplicabilidad:** Mientras más complejas sean las instalaciones y más confiabilidad se requiera, mayor será la necesidad del mantenimiento preventivo.

Por lo tanto, Morrow (2004) sostiene que la planificación para la aplicación de este sistema consiste en:

- Definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento.
- Establecer la vida útil de los mismos.
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso.
- Agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.

**Mantenimiento Predictivo.-** Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo (monitorización) de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo.

El mantenimiento predictivo se basa en el hecho de que la mayoría de los fallos se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, bien a simple vista, o bien mediante la monitorización, es decir, mediante la elección, medición y de algunos parámetros relevantes que representen el buen funcionamiento del equipo analizado. Por ejemplo, estos parámetros pueden ser: la temperatura, la presión, la velocidad lineal, la velocidad angular, la resistencia eléctrica, los ruidos y vibraciones, la rigidez dieléctrica, la viscosidad, el contenido de humedad, de impurezas y de cenizas en aceites aislantes, el espesor de chapas, el nivel de un fluido, etc. (Rey, 2001)

En otras palabras, para Larrea (2001) con este método, se trata de seguir la evolución de los futuros fallos. Este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallos repetitivos; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

**Figura 3. Comparación de los tres principales mantenimientos.**

COSTOS	CORRECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO
Para implementar	Bajo	Mediano	Altos
Improductivos	Altos	Mediano	Muy bajos
Tpo. de parada	Altos e indefinidos	Predefinidos	Mínimos
Asociado a existencia de repuestos	Alto consumo e indefinidos	Alto consumo y definidos	Consumo mínimo

Fuente: Juan Carlos Valdivieso (2010) – Diseño de un plan de Mant. Prev. para Extruplas.

**Mantenimiento Productivo Total (TPM).**- Este sistema está basado en la concepción japonesa del "Mantenimiento al primer nivel", en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas cosas, etc., facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

- **Mantenimiento:** Para mantener siempre las instalaciones en buen estado
- **Productivo:** Está enfocado a aumentar la productividad
- **Total:** Implica a la totalidad del personal, (no solo al servicio de mantenimiento)

Este sistema coloca a todos los integrantes de la organización en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes.

Centra el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento que deben ser realizadas en pequeños grupos, mediante una dirección motivadora.

En resumen, un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos. (Morrow, 2004)

### 1.2.6. MODELOS DE MANTENIMIENTO

Según Santiago García (2003) define a los modelos de mantenimiento:

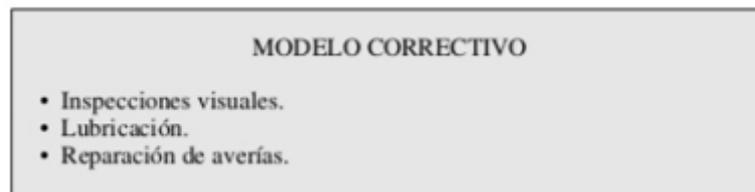
Como la mezcla de los anteriores tipos de mantenimiento en unas proporciones

determinadas, y que responde adecuadamente a las necesidades de un equipo concreto. Podemos pensar en que cada equipo necesitará una mezcla distinta de los diferentes tipos de mantenimiento, una mezcla determinada de tareas, de manera que los modelos de mantenimiento posibles serán tantos como equipos puedan existir. Pero esto no es de todo correcto. Pueden identificarse claramente 4 de estas mezclas, complementadas con otros dos tipos de tareas adicionales. (p.19)

#### 1.2.6.1. Modelo correctivo

Este modelo es el más básico. E incluye, además de las inspecciones visuales y la de lubricación mencionadas anteriormente, la reparación de averías que surjan. Es aplicable, como veremos, a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzo. Garrido (2003)

**Figura 4. Modelo Correctivo.**



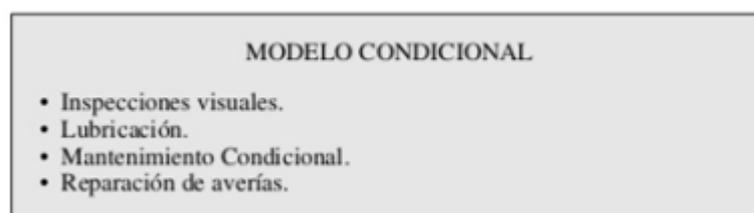
**Fuente:** Santiago García Garrido (2003) – Organización y Gestión Integral de mantenimiento

#### 1.2.6.2. Modelo condicional

Incluye las actividades del modelo interior, y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos que condicionaran una actuación, posterior. Si tras las pruebas descubrimos una anomalía, programaremos una intervención; si por el contrario, todo es correcto, no actuaremos sobre el equipo.

Este modelo de mantenimiento es válido en aquellos equipos de poco uso, o equipos que a pesar de ser importantes en el sistema productivo su probabilidad de fallo es baja. Garrido (2003)

**Figura 5. Modelo Condicional.**

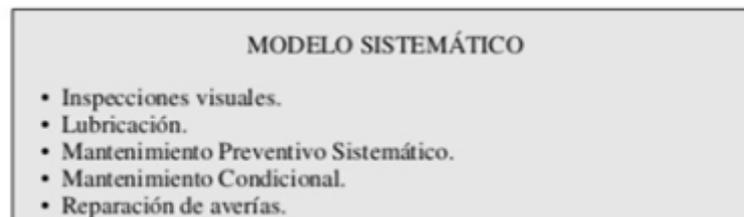


**Fuente:** Santiago García Garrido (2003) – Organización y Gestión Integral de mantenimiento

### 1.2.6.3. Modelo Sistemático

Este modelo incluye un conjunto de tareas que realizaremos sin importarnos cuál es la condición del equipo, realizaremos, además, algunas mediciones y pruebas para decidir si realizaremos otras tareas de mayor envergadura; y, por último, resolveremos las averías que surjan. Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos. Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija. Simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos sobre los que trabaja. Es la principal diferencia con los modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo. Garrido (2003)

**Figura 6. Modelo Sistemático.**



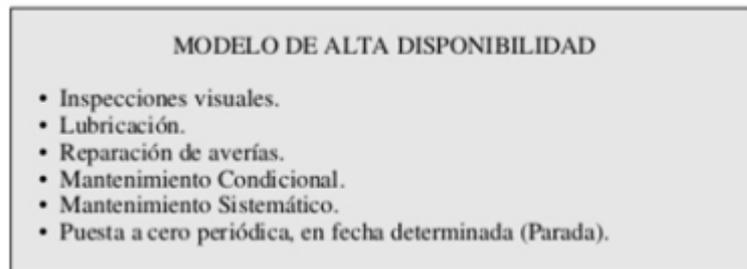
Fuente: Santiago García Garrido (2003) – Organización y Gestión Integral de mantenimiento

### 1.2.6.4. Modelo de Alta disponibilidad

Este el modelo más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%. La razón de un nivel tan alto de disponibilidades, en general, el alto coste en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático). Para mantener esos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que nos permitirá conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen, en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años). Estas revisiones se preparan con gran antelación, y no tiene por qué se exactamente iguales año tras año.

Como quiera que en este modelo no se incluye el mantenimiento correctivo, es decir, el objetivo que se busca en este equipo es cero averías, en general no hay tiempo para subsanar convenientemente las incidencias que ocurren, siendo conveniente en muchos casos realizar reparaciones rápidas provisionales que permitan mantener el equipo en marcha hasta la próxima revisión general. Por tanto, la puesta a cero anual debe incluir la resolución de todas aquellas reparaciones provisionales que hayan tenido que efectuarse a lo largo del año. Garrido (2003)

**Figura 7.** Modelo de Alta Disponibilidad.



**Fuente:** Santiago García Garrido (2003) – Organización y Gestión Integral de mantenimiento

Otras de las acotaciones realizadas por Santiago García para considerar que mantenimiento es el ideal es: Si el equipo es importante debemos preguntarnos sobre el coste que supone una parada, y el coste que supone la reparación de una posible avería. Si el coste de una parada es importante (por ejemplo, porque implique un coste determinado en pérdidas de producción), el modelo de mantenimiento es uno de los programados. Si el coste es bajo, aun debemos preguntarnos algo más; cual es el coste de una posible avería. Si el equipo tiene piezas cuya avería nos supondrá un gasto grande (contabilizando tanto materiales como mano de obra), el modelo de mantenimiento será programado; si por el contrario este coste es bajo, el modelo del mantenimiento que le corresponderá será el correctivo resume la forma de elegir el Modelo de mantenimiento adecuado a considerar. (p 26)

### 1.2.7. PLAN DE MANTENIMIENTO

Duffuaa (2000) define el Plan de Mantenimiento:

El plan de mantenimiento es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad. (p.34)

Según Milanese (2013) “como responsable de la definición de las actividades periódicas, agrupa trabajos detectivos, predictivos y preventivos, facilita por su contribución a la gestión de mantenimiento, la realización de presupuestos confiables” (p.112). Siempre y cuando no lleve a la empresa a hacer más mantenimiento del que requiere y en el peor de los casos a introducir mortalidad infantil en las instalaciones. El conocido plan de mantenimiento no es más que una serie de tareas que de manera planeada y programada se deben realizar a un equipo o sistema productivo con una frecuencia determinada.

Para Navarro (2007) el plan de mantenimiento influye de manera notable en la confiabilidad de un activo, ya que si es certero, adecuado y justificado está constituido por la tareas absolutamente necesarias, es decir no más actividades de las requeridas y no menos de las mismas y así el desperdicio, las tareas que se hacen sólo porque un equipo está detenido y los famosos “combos” o grupos de actividades que hacen bajo la premisa de “ya que el equipo paró, aprovechamos y hacemos esto...” no existen.

Una regla de oro en mantenimiento es aquella que dice que cualquier actividad correctiva, preventiva, detectivas o predictiva está justificada y es aplicable sólo si el equipo queda más confiable, es decir si mejora su desempeño a nivel de reducción de tiempo de parada, reducción de cantidad de fallas, reducción del riesgo, optimización del costo de operación, mejor comportamiento a nivel ambiental y reducción de las afectaciones al medio ambiente. (Duffuaa, 2000).

Si no la tarea es totalmente superflua y desechable y hacerla puede incrementar las fallas o ser un franco desperdicio. Tradicionalmente se ha asumido como verdad absoluta que se obtienen mejores planes de mantenimiento si se orientan al equipo como concepto global o en el mejor de los casos a componentes mayores que deben reemplazarse o repararse continuamente.

Afortunadamente varios hechos cambiaron la percepción de cómo hacer un plan de mantenimiento adecuado, uno de los más importantes fue la accidentalidad en la aviación comercial. En la década de los años 50s del siglo pasado “mantenimiento” era equivalente a reparaciones periódicas. Todos esperaban que los componentes y partes importantes se gastaran después de cierto tiempo. Esto condujo a creer que las reparaciones periódicas mantenían las condiciones operativas correctas de las piezas antes de que se desgastaran y así se lograba prevenir y evitar las fallas.

En los casos en que esta estrategia no parecía estar funcionando, se asumía que se estaban realizando inoportunamente las reparaciones, es decir muy tarde; esto

condujo los esfuerzos a acortar el tiempo entre reparaciones.

Desafortunadamente los gerentes de mantenimiento de las aerolíneas hallaban que en la mayoría de los casos, los porcentajes de falla no se reducían y por el contrario se incrementaban.

A finales de los años 50s del siglo pasado, la aviación comercial mundial tenía más de 60 accidentes por cada millón de despegues. Si actualmente se estuviera presentando la misma cantidad proporcional de eventos, se estarían presentando entre dos o tres accidentes aéreos diariamente en algún sitio del mundo (involucrando Aviones de 100 pasajeros o más). (Ríos, 2008)

Dos tercios de los accidentes ocurridos al final de los años 50 según Valdivieso (2010) “eran causados por fallas en los equipos, esta alta tasa de accidentalidad, aunada al auge de los viajes aéreos, implicaba que la industria aérea tenía que hacer algo para mejorar la seguridad” (p.46). El hecho de que una tasa tan alta de accidentes fuera causada por fallas en los equipos significaba que, el principal enfoque tenía que hacerse en la seguridad, como componente fundamental de la confiabilidad.

Actualmente se reconoce a la aviación como la manera más segura de viajar, la historia de la transformación de manera de entender y hacer mantenimiento en la aviación comercial desde una gran cantidad de supuestos y prácticas tradicionales hasta llegar a un proceso analítico y sistemático fue lo que originó e hizo que naciera el mantenimiento centrado en confiabilidad, conocido como RCM - Reliability Centered Maintenance, (por sus siglas en inglés). (Heizer & Barry, 2008)

### **1.2.8. PASOS PARA DESARROLLAR UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Muñoz (2014) define en su tesis los pasos para un PMP.

Cualquier buen Ingeniero puede establecer un programa de mantenimiento con el fin de conservar la planta y equipo a mínimo costo, pero debe aprender desde el principio, a examinar los efectos de todas las fases del programa sobre los costos de manufactura. El programa de mantenimiento preventivo debe ser hecho sobre medidas: medido y cortado para satisfacer los requerimientos individuales. La razón es clara: no hay dos plantas idénticas en tamaño, edad, localización, equipo y servicios; difieren en organización, política de operación y personal. Los problemas de mantenimiento de mantenimiento preventivo son diferentes así como los problemas del mantenimiento y no responden al mismo tratamiento. (p. 95)

Esto no quiere decir que no haya parecido entre dos sistemas de mantenimiento preventivo. Lo hay pero se encuentran en objetivos y principios básicos, no en la Ingeniería y el papeleo. El papeleo o los sistemas que se apliquen son importantes pero pueden costar más de lo que se debiera si es de la clase errada. En general, para iniciar el establecimiento de un programa de mantenimiento preventivo se pueden tener en cuenta los siguientes pasos. (Larrea, 2001)

**Administración del Plan:** El primer paso en el desarrollo de un programa completo de mantenimiento preventivo consiste en reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan. Se designará a una sola persona como jefe de la fuerza de trabajo, además de que es esencial el compromiso de la dirección para el cumplimiento exitoso del plan. Después de anunciar el plan y formar la organización necesaria para el mismo, la fuerza de trabajo deberá emprender la tarea de conformar el programa.

**Inventario de las instalaciones:** El inventario de las instalaciones es una lista de todas las instalaciones, incluyendo todas las piezas, de un sitio. Se elabora con fines de identificación. Se deberá elaborar una hoja de inventario de todo el equipo que muestre la identificación de este, la descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad (importancia).

**Identificación del Equipo:** Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique de manera única a cada equipo de la planta. Se deberá establecer un sistema de códigos que ayude en este proceso de identificación. El código deberá indicar la ubicación, tipo y número de máquina.

**Registro de las instalaciones:** El registro de las instalaciones es un archivo (electrónico o en papel) que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse al sistema de información de mantenimiento.

El registro del equipo(partida) debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexiones, detalles de cimientos, dimensiones generales, tolerancias, numero de plano de referencia, numero de referencia para los manuales de servicios, intercambiabilidad con otras unidades, etc.

**Programa específico de mantenimiento:** Debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada pieza de equipo dentro del programa

general. El programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se van a realizar en el equipo. El programa incluye el nombre y número de identificación del equipo, su ubicación, número de referencia del programa, lista detallada de las tareas que se llevarán a cabo (inspecciones, mantenimiento preventivo, reemplazos), frecuencia de cada tarea, tipo de técnicos requeridos para realizar la tarea, tiempo para cada tarea, herramientas especiales que se necesitan, materiales necesarios y detalles acerca de cualquier arreglo de mantenimiento por contrato.

**Especificaciones del trabajo:** Las especificaciones del trabajo es un documento que describe el procedimiento para cada tarea. Su intención es proporcionar los detalles de cada tarea en el programa de mantenimiento. La especificación del trabajo deberá indicar el número de identificación de la pieza (equipo), ubicación de la misma, referencia del programa de mantenimiento, número de referencia de especificación del trabajo, frecuencia del trabajo, tipo de técnicos requeridos para el trabajo, detalles de la tarea, componentes que se van a reemplazar, herramientas y equipos especiales necesarios, planos de referencia, manuales y procedimientos de seguridad a seguir.

**Programa de mantenimiento:** El programa de mantenimiento es una lista donde se asignan las tareas de mantenimiento a períodos de tiempo específicos. Cuando se ejecutan el programa de mantenimiento, debe realizarse mucha coordinación a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción. Esta es la etapa en donde se programa el mantenimiento preventivo entra en ejecución.

**Control del programa:** El programa de mantenimiento preventivo debe ejecutarse según se ha planeado. Es esencial una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto al programa. (Jaramillo, 2013)

### 1.2.9. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)

Jaramillo (2013), refiere que la metodología RCM:

Las siglas RCM significan Reliability Centered Maintenance que traducido al castellano, hacen referencia al Mantenimiento Industrial centrado en la fiabilidad de los equipos. La metodología del sistema se basa en el diseño de un programa de Mantenimiento Preventivo creado con el fin de optimizar la fiabilidad funcional de los equipos de la planta, teniendo en cuenta los entornos en los que trabajan, con acciones orientadas al aumento de la disponibilidad y la seguridad en los

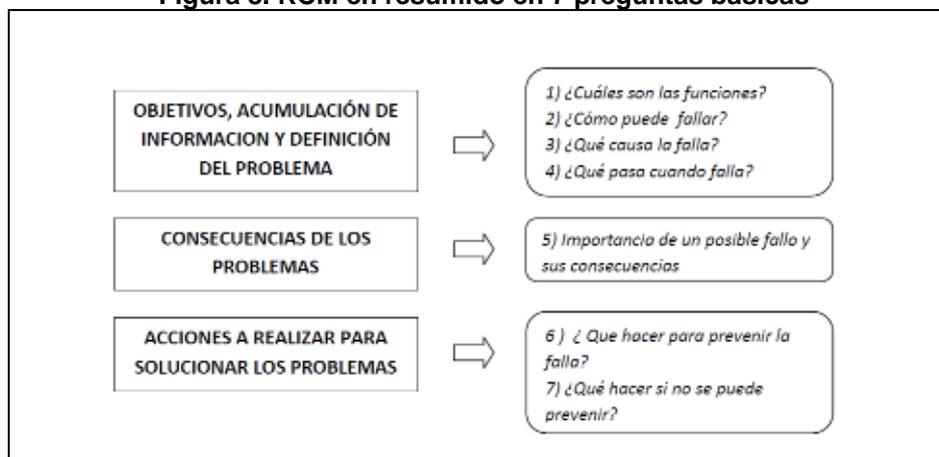
equipos, disminuyendo en gran manera los costes generados por mantenimiento. (p. 63)

Dicha metodología creada en Estados Unidos en el año 1960, nació con el fin de optimizar la fiabilidad de los equipos de United Airlines, en materia aeronáutica, sistema que fue llevado a término por Tom Matteson, Stanley Nowlan, Howard Heap y otros altos ejecutivos de la empresa. Dicha metodología, resultó interesante para el Ministerio de Defensa estadounidense, que la aplicó y mejoró con el fin de controlar el excesivo porcentaje de averías que existían en sus aviones de combate y que causaban grandes pérdidas a las arcas estatales. A partir de los años 80, el sistema RCM se empezó a implantar en instalaciones especiales como centrales nucleares, para posteriormente extenderse en industrias y construcción.

Hoy en día, las empresas utilizan este sistema, garantizando que los procesos, servicios y software que adquieren e implementan en su planta, están en conformidad con lo que se define como RCM, asegurándose por tanto, la posibilidad de lograr los beneficios atribuibles a la rigurosa aplicación del RCM.

Concluyendo que La implementación del RCM conseguirá equipos más seguros y eficientes, ayudando a la reducción de costos tanto directos como indirectos, mejorando la calidad de los productos, y aumentando y mejorando el cumplimiento de la legislación vigente tanto en seguridad como medio ambiente. El RCM también traerá consigo la mejora de las acciones entre distintos departamentos de la planta, principalmente un mejor entendimiento entre mantenimiento y producción. Mikel Chasco Ordoñez (2012)

**Figura 8. RCM en resumido en 7 preguntas básicas**



Fuente: Mikel Chasco (2012) – Optimización del Sist. de Mantt. De una Planta Industrial.

### 1.2.10. COSTOS DE MANTENIMIENTO

Según Valdivieso (2010), define en su tesis a los costos:

Los costos de mantenimiento se ubican dentro de los costos de la empresa, como el de la materia prima, pero a diferencia de esta, el costo de mantenimiento es variable, ya que la empresa puede variar la cantidad de recurso que destina para esta acción.

Los costes que involucran el mantenimiento en sus diferentes aspectos, se los puede dividir en cuatro bloques.

- Costos Fijos.
- Costos Variables.
- Costos Financieros.
- Costos de Fallo.

**Costos Fijos.-** La característica de este tipo de costo es que estos son independientes del volumen de producción o de ventas de la empresa, estos como su nombre lo dice son fijos, dentro de ese tipo de costos podemos destacar la mano de obra directa, los alquileres, seguros, servicios, etc.

Los costos fijos en el mantenimiento están compuestos principalmente por la mano de obra y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo, predictivo, hard time, así como todos los gastos originados por el engrase de las máquinas o mantenimiento.

Desde el punto de vista del mantenimiento, estos costos son gastos que aseguran el mantenimiento en la empresa y la vida útil la maquinaria a mediano y largo plazo. La disminución del presupuesto y recursos destinados a este gasto fijo limita la cantidad de inversiones programadas, y al principio representa un ahorro para la empresa que después se traduce en mayor incertidumbre y gastos mayores para mantener a la empresa en su nivel óptimo.

**Costos Variables.-** Estos costos tiene Particularidad de ser proporcionales a la producción realizada. Podemos destacar dentro de estos costos como mano de obra indirecta, materia prima, energía eléctrica, además de los costes variables que incluyen el mantenimiento.

Dentro de estos costos variables de mantenimiento nos encontramos básicamente con el de la mano de obra y los materiales necesarios para mantenimiento correctivo. El mantenimiento correctivo será consecuencia de

las averías imprevistas en la maquinaria, como de las reparaciones programadas por otros tipos de mantenimiento a la maquinaria.

Pareciera que no fuera posible reducir este gasto de mantenimiento, dado que este viene directamente de la necesidad de realizar una reparación para poder seguir produciendo. La manera de reducir este tipo de gasto no pasa por dejar de realizar mantenimiento correctivo, si no evitar se produzca las averías inesperadas.

**Costos Financieros.-** Los costos financieros asociados al mantenimiento se deben tanto al valor de los repuestos en almacén como a las amortizaciones de las máquinas duplicadas para asegurar la producción.

El costo que supone los recambios de un almacén para realizar reparaciones, es un desembolso para la empresa que limita su liquidez. Si los recambios son utilizados con cierta frecuencia no encontraremos con un mal menor, dado a que esto es una inversión que realiza la empresa para mantener la capacidad productiva de la instalación. Sin embargo, cuando los recambios tardan mucho tiempo en ser utilizados, estamos incurriendo en un gasto, en principio, no genera ningún beneficio para la empresa.

Dentro de estos gastos financieros se deben tener en cuenta los costos que supone tener ciertas instalaciones o maquinarias duplicadas para obtener mayor disponibilidad. En determinadas circunstancias que se obliga a una disponibilidad total, es necesario montar en paralelo una máquina similar que permita la reparación de una de ellas mientras la otra está en funcionamiento.

El costo de esta duplicidad puede olvidarse en el cómputo de los gastos de mantenimiento, pero debe tenerse en cuenta dado que el motivo de su presencia es el aumento de disponibilidad y este concepto es responsabilidad de mantenimiento.

**Costos de Fallo.-** El costo de fallo se refiere al costo de o pérdida de beneficio que la empresa soporta por causas relacionadas directamente con el mantenimiento.

Normalmente, este concepto no suele tenerse en cuenta cuando se habla de costos de mantenimiento, pero su volumen puede ser incluso superior a los gastos tradicionales, costos fijos, costos variables y costos financieros.

**Costos de Integral.-** Este costo integral es el resultante de la suma de los cuatro costos anteriormente descritos. Este costo nos da una idea más global de la gestión de mantenimiento que el análisis de cualquiera de los costos que la componen.

Con este costo se pretende relacionar no solo es gasto que el mantenimiento ocasiona la empresa, sino también los posibles beneficios que pueda generar. (Valdivieso, 2010)

### 1.2.11. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Reseña brindada por Trupal S.A.

Trupal S.A. es una empresa privada que se dedica a la producción de papeles y cartones a partir del bagazo de caña de azúcar. Se encuentra ubicada en el distrito de Santiago de Cao, Provincia de Ascope; a 60 kilómetros al norte de Trujillo, en la Región La Libertad; e inició sus operaciones productivas el 27 de noviembre de 1968. Esta empresa surgió como una respuesta a la necesidad de agregar valor al excedente de bagazo de las industrias azucareras del valle Chicama. Las operaciones incluyen la producción de pulpa a partir del bagazo de la caña de azúcar, tratamiento de fibras secundarias recicladas; la fabricación de papeles y cartones con una capacidad instalada ponderada de 66,000 toneladas métricas al año.

En 1970, el llamado Gobierno Revolucionario, presidido por el Gral. Juan Velasco Alvarado, expropió la fábrica convirtiéndola en una empresa estatal y luego de dos años fue integrada orgánica, funcional y administrativamente a la ex empresa estatal Complejo Papelero Químico Sociedad Paramonga Ltda. S.A. El gobierno de Alberto Fujimori en 1990, determinó la inclusión de las fábricas propiedad de Paramonga para su privatización y en el marco del D. L. 674; Ley de Promoción a la Inversión Privada, el 21 de marzo de 1997 el Comité Especial de Privatización transfirió sus activos al grupo nacional SURCO, cuyos accionistas son la familia Rubini Vargas. El 2 de mayo de 1997, TRUPAL S.A. reinició sus actividades productivas como una empresa integrante de esta organización empresarial.

El 17 de febrero del 2006 La corporación empresarial peruana "Grupo Gloria" adquiere el 100% de acciones de la empresa papelera "Trupal" S.A., de manos de sus antiguos propietarios, los integrantes del Grupo Rubini, integrado por miembros de la familia del mismo apellido con capitales españoles. Como es de conocimiento público, la empresa papelera "Trupal", cuya planta principal se encuentra ubicada en Santiago de Cao (Trujillo), se especializa en la producción de papel corrugado a partir del bagazo de caña de azúcar.

De esta manera, el Grupo Gloria concreta su integración vertical en la industria de cajas de cartón, junto con Casa Grande y la fábrica de cajas de cartón Centro Papelero (que provee al 30% del mercado local). Funcionarios relacionados con la operación bursátil, indicaron que entre los planes propuestos por los flamantes propietarios de Trupal, se tiene previsto alcanzar en el mediano plazo una capacidad

máxima de producción de 72,000 TM anuales. Esta cantidad es altamente superior a lo que requiere demanda nacional, es por ello que se viene estudiando los mercados internacionales, pues se tiene proyectado destinar la mayor parte de dicha producción a la exportación. Trupal S.A

### **1.2.12. PROCESOS DE PLANTA DE PULPA – ÁREA OBJETO DE ESTUDIO**

Descripción de proceso Propia.

De acuerdo al área objeto de estudio se define sus procesos:

Planta de Pulpa es la encargada de procesar el bagazo proveniente de los ingenios azucareros, cuyo producto final es la Pulpa de Bagazo cabe la redundancia.

La producción promedio de Pulpa es de 180 TM/día. Esta área está conformada por 3 sistemas o 4 sub-áreas: Sistema de Tratamiento del Bagazo (Desmedulado Moist y Desmedulado Wet), Sistema de Digestión y Sistema de Lavado.

#### **DESMEDULADORA MOIST.**

En esta área llega el bagazo proveniente de los ingenios azucareros en camiones con una carga de 30 Ton (peso útil) luego es descargado en el patio, para ser procesado y obtener la fibra celulósica. Ya que bagazo es la suma principal de fibra y médula, la finalidad es separar dichos elementos porque la fibra es la materia esencial para la producción de papel. La alimentación del bagazo hacia el sistema es por medio de un cargador frontal.

El Bagazo es transportado por medio de conductores hacia los molinos desmeduladores, donde estos realizan la separación mecánica de fibra y médula.

El molino está conformado por 32 cuchillas distribuidas en 4 columnas y que al momento de pasar el bagazo a través de estas la médula va saliendo a través de los agujeros de una canastilla perforada y la fibra va cayendo con ayuda de la gravedad y transportada por medio de conductores hacia la siguiente etapa del proceso. Una vez realizada la separación:

- La médula es empleada como combustible en la Caldera.
- La fibra de bagazo pasa a la siguiente etapa: Desmedulado Wet. Puede almacenarse en el patio o alimentarse directamente al siguiente proceso.

**Figura 9. Molinos – Desmeduladora Moist**



Fuente: Planta de Pulpa 8

#### **DESMEDULADORA WET.**

La fibra de bagazo obtenida en la etapa anterior es transportada mediante conductores de faja para ser lavada en los equipos denominados Tinajas Lavadoras, luego esta fibra es otra vez desmedulada en molinos de las mismas características que las de desmedulado Moist y así reducir el contenido de médula que contiene aún la fibra. Después de pasar por el proceso de lavado y desmedulado la fibra útil, conocida como fibra Wet, cae a una faja, para luego ser transportada a la línea de Digestión.

**Figura 10. Desmedulado WET**



Fuente: Planta de Pulpa 8

**Figura 11. Tinas Lavadoras – Desmedulado WET**



Fuente: Planta de Pulpa 8

### **LÍNEA DE DIGESTION.**

En este proceso se realiza el cocimiento y refinación de la fibra de bagazo. La fibra Wet se transporta al sistema de digestión por medio de una faja transportadora, luego pasa por el gusano impregnador (Weting Tube) y de allí al gusano alimentador (Screw Feeder), que lo comprime e introduce al digestor, donde se añade soda cáustica y vapor de agua. El sistema de digestión es el proceso de doble soplado a la soda.

El cocimiento se realiza por acción de la temperatura del vapor en el primer tubo digestor, luego pasa a través de un desfibrador para abrir los haces fibrosos y se descarga al segundo tubo digestor para terminar el cocimiento, siendo descargado luego a través de un refinador y enviado finalmente al tanque de soplado.

En esta parte se produce la des lignificación formándose como consecuencia el licor negro que será totalmente eliminado en la siguiente etapa del proceso.

**Figura 12. Weting Tube – Línea de Digestión**



Fuente: Planta de Pulpa 8

**Figura 13. Desfibrador RGP36 – Línea de Digestión**



Fuente: Planta de Pulpa 8

**Figura 14. Digestor – Línea de Digestión**



Fuente: Planta de Pulpa 8

### **LÍNEA DE LAVADO.**

La función de las lavadoras, que son tambores rotatorios al vacío con pierna barométrica, es la de remover las impurezas producidas en la digestión. La pulpa refinada salida del Refinador RGP-36, se almacena en el tanque de soplado, previa dilución con licor negro reciclado, es bombeado al sistema de lavadoras en contracorriente de tres etapas, donde el licor negro es separado de las fibras. Los sólidos disueltos en las tres etapas forman los licores negro, medio y débil.

Una vez que la pulpa es lavada, luego es almacenada en los tanques de almacenamiento de alta consistencia. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15. Lavadoras – Línea de Lavado**



Fuente: Planta de Pulpa 8

### **1.3. HIPÓTESIS**

#### **1.3.1. Hipótesis General**

No se formulará hipótesis ya que la investigación es descriptiva propositiva.

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

### 1.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

- Variable 1

Mantenimiento Preventivo.

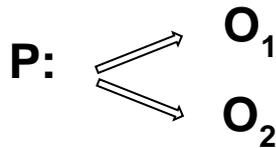
- Variable 2

Costos de mantenimiento.

### 1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio se ubica en el tipo de investigación mixta, ya que lo cualitativo se manejará a través de entrevistas a los Jefes de las áreas respectivas para obtener información detallada de los procesos de mantenimiento y, lo cuantitativo a través de evaluaciones y proyección de los costos de mantenimiento.

El diseño de investigación es No experimental, transversal, descriptivo propositivo.



Donde:

P: Equipos de Planta de Pulpa

O<sub>1</sub>: Mantenimiento Preventivo

O<sub>2</sub>: Costo de mantenimiento

### 1.3. POBLACIÓN Y MUESTRA (Materiales, instrumentos y métodos).

La población está conformada por los equipos de Planta de pulpa.

#### 1.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Para la recolección de datos se utilizarán las siguientes técnicas e instrumentos:

Técnica	Instrumento	Variable	Unidad de Análisis
Entrevista	Guía de entrevista (Pág. 73)	Mantenimiento Preventivo	Jefe de Mantenimiento / Jefe de Producción
Encuesta	Cuestionario (Pág. 74)	Mantenimiento Preventivo	Colaborador de área de mantenimiento / colaborador de producción
Análisis Documental	Ficha de registro de datos (Pág. 76)	Mantenimiento Preventivo	Registros de paradas por mantenimiento
Análisis Documental	Ficha de registro de datos (Pág. 75)	Costos de mantenimiento	Registros de costos de mantenimiento

Para el análisis de datos se procederá de la siguiente manera:

- Utilizando la técnica de la Entrevista se recopila la información sobre los procesos tanto de mantenimiento como de producción, esta información es obtenida a través de un guía de entrevista generada con preguntas específicas las cuales a través de las respuestas dadas por el Jefe de mantenimiento y Jefe de producción de Planta de Pulpa nos permite abordar la variable mantenimiento preventivo.
- A través de la encuesta y aplicando el cuestionario a los colaboradores tanto de mantenimiento como de producción, se obtiene las ponderaciones de las causas que influyen en el mantenimiento y costos de mantenimiento, con la cual nos permite elaborar la matriz de priorización y posteriormente el diagrama de Pareto.
- Aplicando la técnica de Análisis documental y utilizando las fichas de registros de las paradas y tiempos muertos por mantenimiento en Planta de Pulpa nos asiente elaborar las tablas estadísticas que influyen en el mantenimiento preventivo.
- Utilizando la técnica de Análisis documental de las fichas de registros de costos de mantenimiento del área de Planta de Pulpa, se elaborarán los cuadros estadísticos con los cuales nos permite medir los costos de mantenimiento.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

### 1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y CAUSAS.

#### 1.1.1. Análisis del problema.

Siendo conocedores de la problemática sobre los costos de mantenimiento de planta de Pulpa 8 y consecuentes con la propuesta de implementación de un programa de mantenimiento preventivo, se procede a realizar el análisis mediante el diagrama de Ishikawa (causa – efecto), el cual nos permitirá identificar las causas y variables a trabajar para la mejora según la propuesta. Ver Figura 16

#### 1.1.2. Priorización de la causa raíz.

Luego de identificar las causas raíces que influyen en el área de estudio, se realizó un cuestionario a los diferentes colaboradores del área de Planta de Pulpa (**cuestionario**), con el fin de poder darle una priorización de acuerdo al nivel de influencia de la problemática de estudio(**Tabla N° 01**), para lo cual se utilizó el diagrama de Pareto (herramienta de calidad – Figura 17), en donde del total de 10 causas raíces, se llegó a priorizar a 07 causas según su puntuación del resultado de las encuestas aplicadas(**Tabla N° 02**).

Tabla N° 01: Matriz de Priorización.

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - TRUPAL S.A.											
EMPRESA		: TRUPAL S.A.									
ÁREAS		: Planta de Pulpa 8									
PROBLEMA		: ALTOS COSTOS OPERATIVOS POR MANTENIMIENTO									
NIVEL	CALIFICACIÓN										
Alto	3										
Regular	2										
Bajo	1										
AREAS	Resultados Encuestas	CAUSAS									
		CR1: Falta capacitaciones al personal de mantenimiento	CR2: Falta distribución de personal	CR3: Falta distribución de repuestos críticos.	CR4: Inexistencia de procedimientos de trabajo	CR5: Inexistencia de un sistema de requerimiento de repuestos.	CR6: Falta de plan de renovación de equipos	CR7: Falta de orden y limpieza en el área de trabajo.	CR8: Inadecuada distribución física de equipos y herramientas.	CR9: Falta de indicadores de gestión de mantenimiento	CR10: Falta de un programa de mantenimiento preventivo
ADMINISTRACIÓN	Mirko Flores	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Daniel Solano	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3
PLANTA DE PULPA	Danilo Lopez	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	Roger Ugaz	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3
	Ronald Cruz	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3
	Oscar Ojeda	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3
<b>Calificación Total</b>		<b>16</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>18</b>

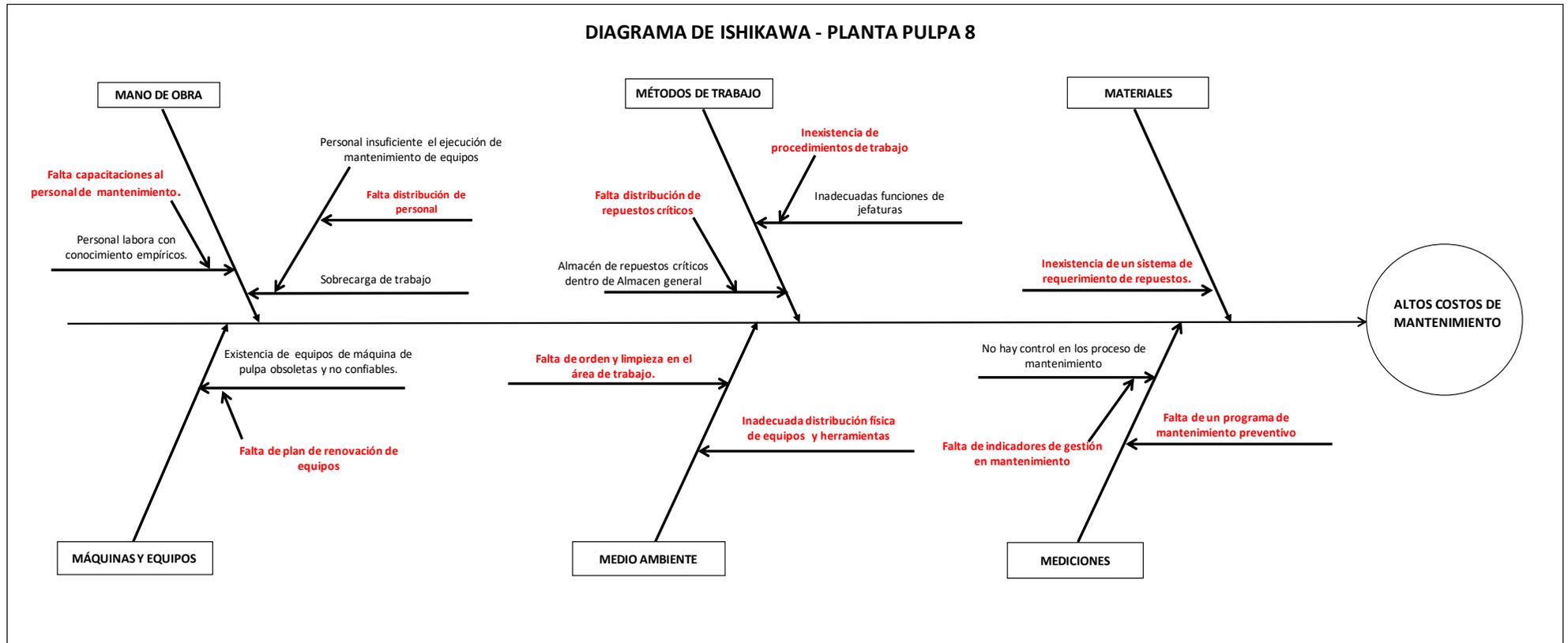
Fuente: Encuesta aplicada a los colaboradores de Planta de Pulpa.

Tabla N° 02: Causas raíz de acuerdo a su nivel de influencia en la problemática.

ITEM	CAUSA	Σ (Impacto según encuesta)	% Impacto	Acumulado
Cr4	Inexistencia de procedimientos de trabajo	18	11%	11%
Cr5	Inexistencia de un sistema de requerimiento de repuestos	18	11%	22%
Cr9	Falta de indicadores de gestión de mantenimiento	18	11%	32%
Cr10	Falta de un programa de mantenimiento preventivo	18	11%	43%
Cr6	Falta de plan de renovación de equipos	17	10%	53%
Cr7	Falta de orden y limpieza en el área de trabajo.	17	10%	63%
Cr1	Falta capacitaciones al personal de mantenimiento.	16	10%	73%
Cr8	Inadecuada distribución física de equipos y herramientas.	16	10%	83%
Cr2	Falta distribución de personal	15	9%	92%
Cr3	Falta distribución de repuestos críticos.	14	8%	100%
<b>TOTAL</b>		<b>167</b>		

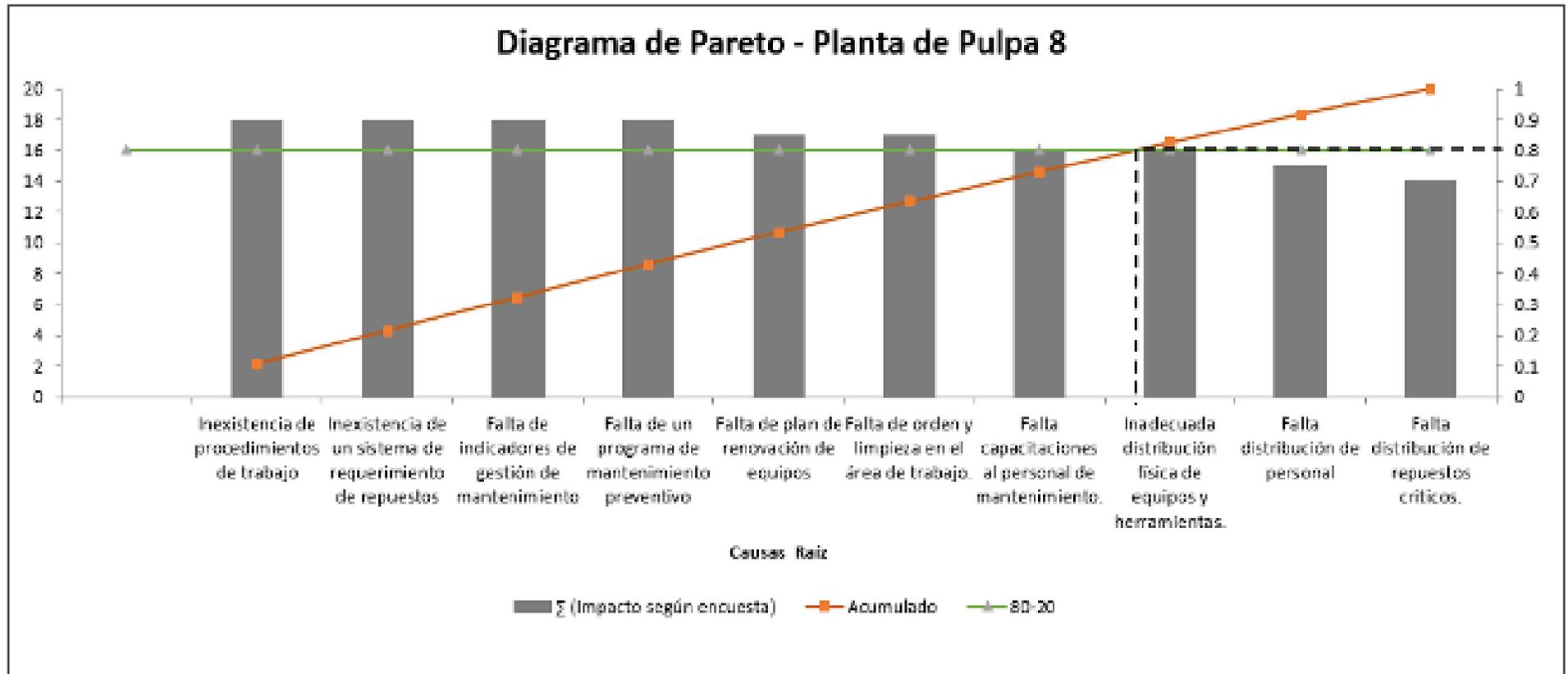
Fuente: Tabla N° 01 de Matriz de Priorización

Figura 16. Diagrama de Ishikawa – Planta de Pulpa 8



Fuente: Encuesta aplicada a los colaboradores de Planta de Pulpa.

Figura 17. Diagrama de Pareto.



Fuente: Tabla N° 2

### 1.1.3. Identificación de los indicadores.

Para la identificación de las variables se evalúan las 07 causas raíces que fueron resultados de una priorización de los problemas encontrados en Planta de Pulpa. Estas causas raíces serán medidas mediante indicadores, para identificar la herramienta de mejora a aplicar para cada causa raíz o en su caso del grupo de ellas, así mismo la inversión que representará la aplicación de las herramientas de mejora para la mencionada empresa.

**Tabla N° 03:** Indicadores de las causas raíces de los problemas.

Cri	DESCRIPCION	NOMBRE DEL INDICADOR	FORMULA
Cr1	Falta capacitaciones al personal de mantenimiento.	% Capacitaciones ejecutadas	$(\text{Capacitaciones ejecutadas} / \text{Total de capacitaciones}) \times 100\%$
Cr4	Inexistencia de procedimientos de trabajo	% Actividades con procedimientos	$(\text{Actividades con procedimientos} / \text{Total de actividades}) \times 100\%$
Cr5	Inexistencia de un sistema de requerimiento de repuestos	% Repuestos existentes	$(\text{Repuestos existentes} / \text{Repuestos requeridos}) \times 100\%$
Cr9	Falta de indicadores de gestión de mantenimiento	% Indicadores de gestión existentes	$(\text{Indicadores de gestión existentes} / \text{Indicadores de gestión necesarios}) \times 100\%$
Cr10	Falta de un programa de mantenimiento preventivo	% Actividades con programa de mantenimiento	$(\text{Actividades con programa de mantenimiento} / \text{Total de actividades}) \times 100\%$
Cr6	Falta de plan de renovación de equipos	% Renovación de equipos	$(\text{Renovación de equipos} / \text{Total de equipos renovados}) \times 100\%$
Cr7	Falta de orden y limpieza en el área de trabajo.	% Herramientas correctamente ubicados	$(\text{Herramientas correctamente ubicados} / \text{Herramientas totales}) \times 100\%$

Fuente: Tabla N° 2

### 1.1.4. Desarrollo de la matriz de indicadores.

Una vez identificado nuestros indicadores, se procede a desarrollar la matriz de indicadores de variables, donde las 07 causas priorizadas fueron consideradas y formuladas con indicadores para cada una de ellas en relación a la variable independiente, en esta tabla también se muestra la pérdida anual antes de desarrollar las herramientas de mejora, los valores actuales y futuros, la inversión para desarrollar dicha propuesta y el beneficio que se obtiene con implementación de las herramientas mencionadas a continuación:

- Programa de mantenimiento preventivo.
- 5S
- Programa de capacitación.

Tabla N° 04: Matriz resumen de indicadores de variables.

Cri	DESCRIPCION	NOMBRE DEL INDICADOR	FORMULA	Valor actual %	Pérdidas actuales (S/. /AÑO)	Valor Meta %	Beneficio (S/.)	Herramienta de Mejora	Inversión (S/.)
Cr1	Falta capacitaciones al personal de mantenimiento.	% Capacitaciones ejecutadas	$(\text{Capacitaciones ejecutadas} / \text{Total de capacitaciones}) \times 100\%$	20%	S/. 2,416,997.33	80%	S/. 2,079.50	Programa de capacitación	S/. 31,500.00
Cr4	Inexistencia de procedimientos de trabajo	% Actividades con procedimientos	$(\text{Actividades con procedimientos} / \text{Total de actividades}) \times 100\%$	0%		100%			
Cr5	Inexistencia de un sistema de requerimiento de repuestos	% Repuestos existentes	$(\text{Repuestos existentes} / \text{Repuestos requeridos}) \times 100\%$	10%		100%			
Cr9	Falta de indicadores de gestión de mantenimiento	% Indicadores de gestión existentes	$(\text{Indicadores de gestión existentes} / \text{Indicadores de gestión necesarios}) \times 100\%$	30%		90%			
Cr10	Falta de un programa de mantenimiento preventivo	% Actividades con programa de mantenimiento	$(\text{Actividades con programa de mantenimiento} / \text{Total de actividades}) \times 100\%$	0%		100%	S/. 314,566.33	Programa de mantenimiento preventivo,SS	S/. 229,610.50
Cr6	Falta de plan de renovación de equipos	% Renovación de equipos	$(\text{Renovación de equipos} / \text{Total de equipos renovados}) \times 100\%$	0%		60%			
Cr7	Falta de orden y limpieza en el área de trabajo.	% Herramientas correctamente ubicados	$(\text{Herramientas correctamente ubicados} / \text{Herramientas totales}) \times 100\%$	30%		90%			
					<b>S/. 2,416,997.33</b>		<b>S/. 316,645.83</b>		<b>S/. 261,110.50</b>

Fuente: Tabla N° 3 y Registros de costos.

## 1.2. DESARROLLO DE PROPUESTAS

### 1.2.1. Causa Raíz Cr1 y Cr4.

- Falta de capacitación al personal de mantenimiento.
- Inexistencia de procedimientos de trabajo.

**1.2.1.1. Sustentación Cr1 y Cr4:** Debido a la falta de capacitación del personal y la inexistencia de procedimiento a la hora de realizar los mantenimientos a los equipos está causando que los tiempos muertos en Planta de Pulpa se vean incrementado por lo antes mencionado.

**1.2.1.2. Diagnóstico de pérdida:** Debido a los tiempos perdidos por accidente laborales por no contar con la capacitación adecuada y por la inexistencia de procedimientos de trabajo se tenía una pérdida de S/. 2,420.00 soles anuales periodo 2016.

**Tabla N° 05:** Accidentes laborales 2016 – antes de propuesta.

MES	Categoría del Personal	Horas no Laboradas	Salario x Hora	Costo HH no laboradas	Costo de Traslado	Costo Administrativo	TOTAL
Ene-16	Mecánico	8	S/. 11.17	S/. 89.33	S/. 20.00	S/. 40.00	S/. 149.33
Feb-16	Mecánico	0	S/. 11.17	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Mar-16	Mecánico	0	S/. 11.17	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Abr-16	Mecánico	6	S/. 11.17	S/. 67.00	S/. 20.00	S/. 40.00	S/. 127.00
May-16	Mecánico	0	S/. 11.17	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Jun-16	Mecánico	2	S/. 11.17	S/. 22.33	S/. 20.00	S/. 40.00	S/. 82.33
Jul-16	Mecánico	0	S/. 11.17	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Ago-16	Mecánico	0	S/. 11.17	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Set-16	Mecánico	0	S/. 11.17	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Oct-16	Mecánico	4	S/. 11.17	S/. 44.67	S/. 20.00	S/. 40.00	S/. 104.67
Nov-16	Mecánico	2	S/. 11.17	S/. 22.33	S/. 20.00	S/. 40.00	S/. 82.33
Dic-16	Mecánico	2	S/. 11.17	S/. 22.33	S/. 20.00	S/. 40.00	S/. 82.33
<b>Total</b>		<b>24</b>		<b>S/. 268.00</b>	<b>S/. 120.00</b>	<b>S/. 240.00</b>	<b>S/. 628.00</b>

**Costo Total generado por descansos medicos a causa de accidentes laborales**

MES	Total días perdidos en el mes	Días Perdidos por Accidente	Categoría del Personal	Salario Mensual	Jornal Hora	Costo x días perdidos	Costo Contratación Adicional	TOTAL
Ene-16	5	4	Mecánico	S/. 2,000.00	S/. 11.17	S/. 357.33	S/. 240.00	S/. 597.33
Feb-16	0	0	-	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Mar-16	0	0	-	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Abr-16	2	2	Mecánico	S/. 2,000.00	S/. 11.17	S/. 178.67	S/. 120.00	S/. 298.67
May-16	0	0	-	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Jun-16	1	1	Mecánico	S/. 2,000.00	S/. 11.17	S/. 89.33	S/. 60.00	S/. 149.33
Jul-16	0	0	-	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Ago-16	0	0	-	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Set-16	0	0	Mecánico	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Oct-16	2	2	Mecánico	S/. 2,000.00	S/. 11.17	S/. 178.67	S/. 120.00	S/. 298.67
Nov-16	2	2	Mecánico	S/. 2,000.00	S/. 11.17	S/. 178.67	S/. 120.00	S/. 298.67
Dic-16	1	1	Mecánico	S/. 2,000.00	S/. 11.17	S/. 89.33	S/. 60.00	S/. 149.33
					<b>TOTAL</b>	S/. 1,072.00	S/. 720.00	<b>S/. 1,792.00</b>

**Costo Total perdidos ( S./) anuales**

COSTO TIEMPO PÉRDIDO	S/. 628.00
COSTO DESCANSO MÉDICO	S/. 1,792.00
<b>TOTAL S/.</b>	<b>S/. 2,420.00</b>

Fuente: RR.HH - TRUPAL

**1.2.1.3. Mejora con la Propuesta:** Ejecutando el programa de capacitación se llegaría a un gasto de S/. 340.50 soles anuales, generándose un beneficio de ahorro anual de S/ 2,079.50 soles.

**Tabla N° 06:** Accidentes laborales con la propuesta.

Mes	Total Accidentes Mes (-80%)	Horas no Laboradas	Costo HH no laboradas	Costo de Traslado	Costo Administrativo	CT por tpo perdido
Ene-17	1	2	S/. 22.33	S/. -	S/. 40.00	S/. 62.33
Feb-17	0	0	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Mar-17	0	0	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Abr-17	0	0	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 60.00
May-17	0	0	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Jun-17	1	2	S/. 22.33	S/. -	S/. 40.00	S/. 62.33
Jul-17	1	4	S/. 44.67	S/. -	S/. 40.00	S/. 44.67
Ago-17	0	0	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Set-17	0	0	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Oct-17	0	0	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 60.00
Nov-17	1	1	S/. 11.17	S/. -	S/. 40.00	S/. 51.17
Dic-17	0	0	S/. -	S/. -	S/. -	
<b>TOTAL</b>		<b>9</b>	<b>S/. 100.50</b>	<b>S/. 0.00</b>	<b>S/. 160.00</b>	<b>S/. 340.50</b>

<b>COSTO TIEMPO PÉRDIDO</b>	S/. 340.50
<b>COSTO DESCANSO MÉDICO</b>	S/. -
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 340.50</b>

<b>AHORRO/ANUAL</b>	<b>S/. 2,079.50</b>
---------------------	---------------------

Fuente: RR.HH - TRUPAL

### 1.2.2. Causa Raíz Cr5, Cr9, Cr10, Cr6 y Cr7.

- Inexistencia de un sistema de requerimientos de repuestos (Cr5).
- Falta de indicadores de gestión de mantenimiento (Cr9).
- Falta de un programa de mantenimiento preventivo (Cr10).
- Falta de un plan de renovación de equipos (Cr6).
- Falta orden y limpieza en el área de trabajo (Cr7).

**1.2.2.1. Sustentación Cr5, Cr9, Cr10, Cr6:** Al no contar con un programa de mantenimiento preventivo, se ve en la necesidad de realizar pedidos de repuestos fuera de tiempo, ocasionando que estos eleven su costo. “Lo que no se mide no se mejora”, la falta de indicadores ocasiona que la gestión de mantenimiento sea deficiente. Los equipos en planta datan de la época de Sociedad Paramonga (1967) los cuales por no contar con plan de renovación estos ya no son confiables y su eficiencia comprometida.

**1.2.2.2. Diagnóstico de perdida:** No contar con un programa de mantenimiento preventivo está ocasionando paradas inesperadas, los cuales se ven reflejadas en los altos costos por mantenimiento (periodo 2016 - S/. 2,213, 977.00) sobre los presupuestado y que muestran también pérdidas por producción de 3,485.10 toneladas de pulpa de bagazo en el periodo 2016, dejando así de percibir un ingreso de S/ 2, 091,058.20 anuales por venta interna.

**Tabla N° 07:** Tabla de origen – Calculo tiempos perdidos y costos.

Actualmente sin Programa de mantenimiento preventivo					
Total tiempo perdido por paradas no programadas	452.61	Hr			
Toneladas producidas por hora	7.7	Dejo de producir total		3485.10	Tn
Costo tonelada de pulpa - venta a MP7	S/. 600.00	Costo total por dejar de producir sin implementar propuesta		S/. 2,091,058.20	
Costo tonelada de papel - venta MP7	S/. 1,600.00				
Aplicando el Programa de mantenimiento preventivo - reducción del 10%					
Porcentaje estimado inicio de implementación de propuesta	10%				
Reducción de tiempo perdido al 10%	45.3	Hr			
Total tiempo perdido con implementación	407.35	Hr			
Toneladas producidas por hora	7.7	Dejo de producir total		3136.59	Tn
Costo tonelada de pulpa - venta a MP7	S/. 600.00	Costo total por dejar de producir con implementación de propuesta		S/. 1,881,952.38	
Costo tonelada de papel - venta MP7	S/. 1,600.00				
		Beneficio		S/. 209,105.82	Anuales
		Inversión Plan de mantenimiento		S/. 199,598.00	

Fuente: Registro de Producción Planta de Pulpa

**Tabla N° 08:** Resumen tiempos perdidos por paras no programas/costos.

Total Tmuerto	Ton Producidas /Hra	Se deja de producir/Ton Pulpa	Costo/Ton Pulpa Vta	Costo/Ton papel Vta	Costo deja de producir
452.61	7.7	3485.10	S/. 600.00	S/. 1,600.00	S/. 2,091,058.20

Fuente: Registros de costos y Planificación

**Tabla N° 09:** Gastos de mantenimiento periodo 2016.

Costo Presupuestado por Tn producida periodo 2016	Toneladas Presupuestadas	Tiempo muerto	Toneladas Hora	Toneladas producidas reales	Gato Mtto. Presupuestado Anual	Gastos Mtto con Costo Presupuestado por Tn	Gasto de mantenimiento real periodo 2016	Costo real por Tn producida periodo 2016	Diferencia del periodo 2016 - gasto adicional a lo presupuestado
S/. 30.00	67400	452.61	7.7	63967	S/. 2,022,000.00	S/. 1,919,007.09	S/. 2,213,977.00	S/. 34.61	S/. 294,969.91

Fuente: Registros de costos y Planificación

**1.2.2.3. Mejora con propuesta:** Con la implementación de la propuesta de un programa de mantenimiento preventivo se obtendrá un 10% de ahorro (estimado al inicio de la implementación) en tiempos por paradas no programadas por mantenimiento correctivo, obteniendo así un beneficio en ahorro de mantenimiento de S/. 76,911.29 y por aumento de producción de S/ 209,105.82 anuales. Para esta mejora se implementaras los formatos:

- Codificación de equipos (Pág. 80 anexo n° 06).
- Criticidad de equipos (Pág. 81 anexo n° 07).
- Check List (Pág. 84 anexo n° 09).
- Ordenes de trabajos (Pág. 85 anexo n° 10).
- Plan de mantenimiento preventivo (Pág. 86 anexo n° 11).
- Fichas técnicas (Pág. 88 anexo n° 12).
- Formato de control de adquisición y renovación de equipos (Pág. 89 anexo n° 13).

**Tabla N° 10:** Propuesta de implementación programa de mantenimiento preventivo (Producción).

Total Tmuerto	Ton Producidas/Hra	Se deja de producir/Ton Pulpa	Costo/Ton Pulpa Vta	Costo/Ton papel Vta	Costo deja de producir (con propuesta)	Costo deja de producir (sin propuesta)
407.349	7.7	3136.5873	S/.600.00	S/ .1,600.00	S/ .1,881,952.38	S/2,091,058.20

Beneficio Anual

**S/.209,105.82**

Fuente: Registros de costos y Planificación

**Tabla N° 11:** Propuesta de implementación programa de Mtto preventivo (Mantenimiento).

Costo Presupuestado por Tn producida periodo 2017	Toneladas Presupuestadas	Tiempo muerto	Toneladas Hora	Toneladas producidas reales	Gato Mtto. Presupuestado Anual	Gastos Mtto con Costo Presupuestado por Tn	Gasto de Mtto actuales 2017	Costo real por Tn producida periodo 2017	Diferencia del periodo 2017 - gasto adicional a lo presupuestado
S/. 30.00	67400	407.35	7.7	64315	S/. 2,022,000.00	S/. 1,929,462.38	S/. 2,147,521.00	S/. 33.39	S/. 218,058.62

Beneficio **S/. 76,911.29**

Fuente: Registros de costos y Planificación

**1.2.2.4. Sustentación Cr7:** La falta de orden y limpieza en los talleres y áreas de trabajo de Planta de pulpa 8, ocasionan demoras en la ejecución de los trabajos encomendados y accidentes laborales.

**Figura 18.** Falta de orden y limpieza – Taller mantenimiento mecánico



Fuente: Taller de mantenimiento

**Figura 19.** Falta de orden y limpieza – Taller mantenimiento mecánico



Fuente: Taller de Mantenimiento

**1.2.2.5. Mejora con Propuesta:** Implementando la herramienta 5S nos permitirá contar con un área más limpia y ordenada mejorando los tiempos de operación por

mantenimiento, evitando accidentes de laborales y utilizando los recursos asignados con mayor eficiencia. Esta mejora será medida a través de auditorías semanales (Anexo n° 14 )

**Figura 20.** Implementación 5S resultados Planta Trupal Lima

		CARRERA 5'S - ÁREAS PILOTO														
Líderes de área	Nombre del Equipo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
	CONVERSIÓN															
	LABORATORIO DE CALIDAD															
	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO															
	MANTENIMIENTO MECÁNICO															
	PLANTA QUÍMICA															

Fuente: Registro Área de Procesos y servicios – Trupal Lima

### 1.2.3. Evaluación Económica Financiera.

Para la evaluación económica financiera, se tuvo que elaborar un presupuesto de inversión para cada propuesta de mejora, tomando en cuenta todas las herramientas, materiales de oficina y personal de apoyo, entre otros. Las tablas siguientes detalla el costo de inversión para reducir cada una de las causas raíces.

#### 1.2.3.1. Inversión Programa de mantenimiento preventivo.

**Tabla N° 12:** Inversión en personal.

Contratación	CANT	Remuneración (S./MES)
Planificador de mantenimiento	1	5,000.00
Asistente de planificación	1	3,000.00
Supervisor de planificación	1	3,000.00
TOTAL (S./MES)		<b>S/. 11,000.00</b>
TOTAL (S./AÑO)		<b>S/. 132,000.00</b>

Fuente: Planillas RR HH

**Tabla N° 13:** Inversión de materiales y equipos.

Compra	CANT	Costo (S/.)
Laptop HP: Intel Core i5, 4GB Ram	1	2,400.00
Computadora de escritorio DELL: Intel Core i5, 4GB Ram	2	3,600.00
Multifuncional HP: Scanner, Fotocopiadora e impresora	1	450.00
Escritorio de melamine 1.00x0.50m, con cajones	3	600.00
Silla de escritorio con ruedas/ Negro	3	300.00
Pizarra acrílica	1	150.00
Plumones de pizarra	9	18.00
Papel Bond A4 (MLL)	5	50.00
Bandeja acrílica porta papel/ 3 niveles	3	30.00
Propuesta Plan de mantenimiento preventivo		60,000.00
<b>COMPRA TOTAL (S/)</b>		<b>S/. 67,598.00</b>

Fuente: Registro compras RR HH

### 1.2.3.2. Inversión Capacitación

**Tabla N° 14:** Inversión de las capacitaciones propuestas.

Capacitaciones	N° Participantes	Costo Individual (S/.)	Monto Viáticos (S/.)	TOTAL (S/.)
Gestión de mantenimiento	3	S/. 2,000.00	S/. 500.00	S/. 6,500.00
PLAN DE CAPACITACIÓN	5	S/. 4,000.00	S/. 2,000.00	S/. 22,000.00
<b>TOTAL DE COSTO DE CAPACITACIÓN (S/.)</b>				<b>S/. 28,500.00</b>

Fuente: Registros de capacitaciones RR HH

**Tabla N° 15:** Inversión de la evaluación y monitoreo de las capacitaciones.

Evaluación y monitoreo	N° SRV	Costo Individual (S/.)	TOTAL (S/.)
Evaluar de capacitaciones + monitoreo	2	S/. 1,500.00	<b>S/. 3,000.00</b>

Fuente: Planillas RR HH

### 1.2.3.3. Inversión 5S

**Tabla N° 16:** Inversión para la Herramienta de 5S.

Compra	CANT (AÑO)	Costo Unit (S/.)	Costo Total (S/.)
Computadora de escritorio DELL: Intel Core i5, 4GB Ram	1	S/. 1,800.00	S/. 1,800.00
Multifuncional HP: Scanner, Fotocopiadora e impresora	1	S/. 450.00	S/. 450.00
Escritorio de melamine 1.00x0.50m, con cajones	1	S/. 200.00	S/. 200.00
Enmicadora plástica	1	S/. 450.00	S/. 450.00
Silla de escritorio con ruedas/ Negro	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Estantes Metálicos de 50x100x192 cm / 4 niveles	1	S/. 150.00	S/. 150.00
Tachos ecológicos celeste/ verde/ marrón	3	S/. 25.00	S/. 75.00
Escoba cerda gruesa	3	S/. 10.00	S/. 30.00
Recogedores	3	S/. 5.00	S/. 15.00
Cartulina Roja/ Amarilla	5	S/. 0.50	S/. 2.50
Stikers para identificación	2	S/. 6.00	S/. 12.00
Papel Bond A4 (MLL)	24	S/. 10.00	S/. 240.00
Cintillos plásticos (ciento)	3	S/. 20.00	S/. 60.00
Micas A4	240	S/. 0.50	S/. 120.00
Archivadores de palanca / Lomo ancho	10	S/. 7.00	S/. 70.00
Jabón Líquido x 250 ml	60	S/. 4.50	S/. 270.00
Bolsas para basura color negro	600	S/. 0.20	S/. 120.00
Papel Higiénico Jumbo x 500 MT (Roll)	60	S/. 6.00	S/. 360.00
Papel toalla jumbo (Roll)	36	S/. 8.00	S/. 288.00
Dispensador de papel higiénico	2	S/. 20.00	S/. 40.00
Dispensador de papel toalla	2	S/. 20.00	S/. 40.00
Pizarra acrílica	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Bandeja acrílica porta papel/ 3 niveles	2	S/. 10.00	S/. 20.00
Propuesta	1	S/. 25,000.00	S/. 25,000.00
TOTAL (S/.)			<b>S/. 30,012.50</b>

Fuente: Registro compras RR HH

### 1.2.3.4. Estado de Resultados y Flujo de Caja

Tabla N° 17: Evaluación económica y financiera.

EVALUACIÓN ECONOMICA FINANCIERA

Inversión total **S/. 126,110.50**  
(Costo oportunidad)  
COK **24%**

ESTADO DE RESULTADOS											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		S/. 316,645.83	S/. 332,478.12	S/. 349,102.02	S/. 366,557.12	S/. 384,884.98	S/. 404,129.23	S/. 424,335.69	S/. 445,552.48	S/. 467,830.10	S/. 491,221.60
Costos operativos		S/. 135,000.00	S/. 141,750.00	S/. 148,837.50	S/. 156,279.38	S/. 164,093.34	S/. 172,298.01	S/. 180,912.91	S/. 189,958.56	S/. 199,456.48	S/. 209,429.31
Depreciación activos		S/. 2,456.25									
GAV		S/. 13,500.00	S/. 14,175.00	S/. 14,883.75	S/. 15,627.94	S/. 16,409.33	S/. 17,229.80	S/. 18,091.29	S/. 18,995.86	S/. 19,945.65	S/. 20,942.93
Utilidad antes de impuestos		S/. 165,689.58	S/. 174,096.87	S/. 182,924.52	S/. 192,193.56	S/. 201,926.05	S/. 212,145.17	S/. 222,875.24	S/. 234,141.81	S/. 245,971.72	S/. 258,393.11
Impuestos (30%)		S/. 49,706.87	S/. 52,229.06	S/. 54,877.36	S/. 57,658.07	S/. 60,577.82	S/. 63,643.55	S/. 66,862.57	S/. 70,242.54	S/. 73,791.51	S/. 77,517.93
Utilidad después de impuestos		<b>S/. 115,982.70</b>	<b>S/. 121,867.81</b>	<b>S/. 128,047.17</b>	<b>S/. 134,535.49</b>	<b>S/. 141,348.24</b>	<b>S/. 148,501.62</b>	<b>S/. 156,012.67</b>	<b>S/. 163,899.27</b>	<b>S/. 172,180.20</b>	<b>S/. 180,875.18</b>

FLUJO DE CAJA											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utilidad después de impuestos		S/. 115,982.70	S/. 121,867.81	S/. 128,047.17	S/. 134,535.49	S/. 141,348.24	S/. 148,501.62	S/. 156,012.67	S/. 163,899.27	S/. 172,180.20	S/. 180,875.18
Depreciación		S/. 2,456.25									
Inversión	S/. -126,110.50				S/. 9,150.00				S/. 10,500.00		
	<b>S/. -126,110.50</b>	<b>S/. 118,438.95</b>	<b>S/. 124,324.06</b>	<b>S/. 130,503.42</b>	<b>S/. 127,841.74</b>	<b>S/. 143,804.49</b>	<b>S/. 150,957.87</b>	<b>S/. 158,468.92</b>	<b>S/. 155,855.52</b>	<b>S/. 174,636.45</b>	<b>S/. 183,331.43</b>

Fuente: Elaboración propia

En el 4to año se tendrá una reinversión de S/. 9,150.00 y al 8vo año de S/. 10,500.00 por renovación de equipos y muebles (Tabla N° 20 y 21).

**Tabla N° 18:** Re Inversión y Depreciación de equipos - PMP.

Compra	CANT	Costo (S/.)	Vida Útil (AÑOS)	Depreciación (S/.)
Laptop HP: Intel Core i5, 4GB Ram	1	2,400.00	4	S/. 50.00
Computadora de escritorio DELL: Intel Core i5, 4GB Ram	2	3,600.00	4	S/. 75.00
Multifuncional HP: Scanner, Fotocopiadora e impresora	1	450.00	4	S/. 9.38
Escritorio de melamine 1.00x0.50m, con cajones	3	600.00	8	S/. 6.25
Silla de escritorio con ruedas/ Negro	3	300.00	8	S/. 3.13
<b>TOTAL (MES)</b>				<b>S/. 143.75</b>
<b>TOTAL (AÑO)</b>				<b>S/. 1,725.00</b>

Reinversión (4 AÑOS)	<b>S/. 6,450.00</b>
Reinversión (8 AÑOS)	<b>S/. 900.00</b>

Fuente: Registros compras RR HH

**Tabla N° 19:** Re Inversión y Depreciación equipos – 5S.

Compra	CANT (AÑO)	Costo Unit (S/.)	Costo Total (S/.)	Vida Útil (AÑOS)	Depreciación (S/.)
Computadora de escritorio DELL: Intel Core i5, 4GB Ram	1	S/. 1,800.00	S/. 1,800.00	4	S/. 37.50
Multifuncional HP: Scanner, Fotocopiadora e impresora	1	S/. 450.00	S/. 450.00	4	S/. 9.38
Enmicadora plástica	1	S/. 450.00	S/. 450.00	4	S/. 9.38
Escritorio de melamine 1.00x0.50m, con cajones	1	S/. 200.00	S/. 200.00	8	S/. 2.08
Silla de escritorio con ruedas/ Negro	1	S/. 100.00	S/. 100.00	8	S/. 1.04
Estantes Metálicos de 50x100x192 cm / 4 niveles	1	S/. 150.00	S/. 150.00	8	S/. 1.56
<b>TOTAL (MES)</b>				<b>S/. 60.94</b>	
<b>TOTAL (AÑO)</b>				<b>S/. 731.25</b>	

Reinversión (4 AÑOS)	<b>S/. 2,700.00</b>
Reinversión (8 AÑOS)	<b>S/. 450.00</b>

Fuente: Registro compras RR HH

**Tabla N° 20:** Resumen de inversión, Depreciación y Reinversiones.

TOTAL INVERSIONES	TOTAL (S./AÑO)
DESARROLLO PLAN DE MANTENIMIENTO	S/. 67,598.00
DESARROLLO DE 5S	S/. 30,012.50
DESARROLLO DE PLAN CAPACITACIÓN	S/. 28,500.00
<b>TOTAL (S/.)</b>	<b>S/. 126,110.50</b>
<b>COSTOS OPERATIVOS</b>	<b>S/. 135,000.00</b>
<b>DEPRECIACIÓN</b>	<b>S/. 2,456.25</b>
Reinversión (4 AÑOS)	<b>S/. 9,150.00</b>
Reinversión (8 AÑOS)	<b>S/. 1,350.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### **1.2.3.5. Indicadores económicos**

La rentabilidad de la propuesta se verá reflejada a través de indicadores económicos: VAN, TIR, PRI y B/C. La tasa de interés con la cual se trabajará será de 20% anual para los respectivos cálculos (ver tabla N°21 y N°22).

En la tabla N° 21 se puede evidenciar la obtención de una ganancia si se implementarán las propuestas al día de hoy, con valor neto actual (VAN) de S/.370,053.99 y una tasa interna de retorno (TIR) de 98.25% (ampliamente superior a la de 24%), así mismo el periodo de recuperación de la inversión (PIR) es de aproximadamente 2.5 años.

La Tabla N° 22 Nos indica que el valor del B/C (costo beneficio) es de 1.6 lo que quiere decir que la empresa Trupal S.A. por cada sol invertido, obtendrá un beneficio de 0.16 nuevos soles.

**Tabla N° 21:** Indicadores Económicos (VAN, TIR Y PRI).

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Neto de Efectivo	S/. -126,110.50	S/. 118,438.95	S/. 124,324.06	S/. 130,503.42	S/. 127,841.74	S/. 143,804.49	S/. 150,957.87	S/. 158,468.92	S/. 155,855.52	S/. 174,636.45	S/. 183,331.43

VAN	S/. 370,053.99	
TIR	98.25%	
PRI	2.5	años

Fuente: Tabla N° 17

**Tabla N° 22:** Indicadores Económicos (BC).

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		S/. 316,645.83	S/. 332,478.12	S/. 349,102.02	S/. 366,557.12	S/. 384,884.98	S/. 404,129.23	S/. 424,335.69	S/. 445,552.48	S/. 467,830.10	S/. 491,221.60
Egresos		S/. 198,206.87	S/. 208,154.06	S/. 218,598.61	S/. 229,565.38	S/. 241,080.49	S/. 253,171.36	S/. 265,866.77	S/. 279,196.96	S/. 293,193.65	S/. 307,890.17

VAN Ingresos	S/. 1,342,889.45
VAN Egresos	S/. 841,018.33

B/C	1.6
-----	-----

Fuente: Tabla N° 17.

## CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

### 5.1. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

#### Realidad

- En el periodo 2016 se tuvo 452.61 horas de paradas no programadas por averías en los equipos de Planta de Pulpa, estas paradas se deben a que no se cuenta con un programa de mantenimiento adecuado ocasionando la falta de disponibilidad de dichos equipos. Tomando como referencia a Santiago García Garrido en su libro Organización y Gestión Integral de mantenimiento que nos dice; “Si un equipo es importante debemos preguntarnos sobre el costo que supone una parada y el costo que supone la reparación de la avería. Si el costo de una parada es importante (por ejemplo, porque implica un costo determinado en pérdidas de producción) el modelo de mantenimiento es el programado (preventivo), además si el equipo tiene piezas cuya avería nos supondrá un gasto grande (en nuestro caso compras urgentes) el modelo será el programado, en referencia a lo acotado por Santiago García (p. 26) se evaluó y determino los costos y tiempos perdidos por mantenimiento correctivo; los cuales son de 3,485.10 toneladas de pulpa de bagazo que se dejó de producir por paradas no programada (correctivo) los mismo que expresados en soles se concluye la pérdida total de S/ 2,091,058.20 (periodo 2016), también se toma como referencia el estudio realizado por la M<sup>a</sup> Belén Muñoz sobre el mantenimiento industrial, el cual menciona que uno de los objetivos principales al implementar un programa de mantenimiento preventivo, es evitar detenciones inútiles o paros de máquinas (tiempos perdidos) y que una de las ventajas al implementar dicho programa es la de reducir los costos de reparaciones (costos por mantenimiento).

Las paradas no programadas por mantenimiento (correctivos) en el mismo periodo excedieron a los presupuestado en S/. 294,969.91, por lo cual se ve en la necesidad de presentar dicha propuesta la cual nos permitirá reducir los costos de mantenimiento al inicio de la implementación de S/. 76,911.29, por los motivos expuestos se concluye la importancia de contar con dicha implementación.

**Tabla N° 23:** Detalle de horas perdidas y perdidas expresados en soles (Anual).

Total Tmuerto	Ton Producidas/Hora	Se deja de producir/Ton Pulpa	Costo/Ton Pulpa Vta	Costo/Ton papel Vta	Costo deja de producir
452.61	7.7	3485.10	S/. 600.00	S/. 1,600.00	S/.2,091,058.20

Fuente: Registros de Costos y Planificación

**Tabla N° 24:** Detalle de gastos de mantenimiento periodo 2016 – Sobre lo presupuestado (Anual).

Costo Presupuestado por Tn producida periodo 2016	Toneladas Presupuestadas	Tiempo muerto	Toneladas Hora	Toneladas producidas reales	Gato Mtto. Presupuestado Anual	Gastos Mtto con Costo Presupuestado por Tn	Gasto de mantenimiento real periodo 2016	Costo real por Tn producida periodo 2016	Diferencia del periodo 2016 - gasto adicional a lo presupuestado
S/. 30.00	67400	452.61	7.7	63967	S/. 2,022,000.00	S/. 1,919,007.09	S/. 2,213,977.00	S/. 34.61	S/. 294,969.91

Fuente: Registros de Costos y Planificación

La disponibilidad de equipos por paradas no programadas al no contar con un programa de mantenimiento preventivo se detalla a continuación en la Tabla 25.

**Tabla N° 25:** Disponibilidad de equipos – horas no operativos por paradas no programadas.

Horas	Equipos	Porcentaje de tiempo perdido por equipo	Criticidad
50.02	Screw feeder	11.1%	A
38.71	Pin feeder principal	8.6%	A
37.72	Conductor de paletas	8.3%	A
36.75	Faja principal	8.1%	A
35.01	Lavadora 03	7.7%	A
23.75	Molino 02	5.2%	B
22.16	Digestor 01	4.9%	B
20.33	Lavadora 02	4.5%	A
18.14	Bomba Kamyr	4.0%	B
16.26	RGP 36	3.6%	A
14.33	Molino 03	3.2%	B
14.09	Faja de retorno	3.1%	B
14.06	Faja de aceptados	3.1%	A
13.97	Molino 01	3.1%	B
13.75	Blow Tank	3.0%	A
12.16	Lavadora 01	2.7%	A
11.59	Bomba Scanpump	2.6%	B
11.22	Descargador 01	2.5%	B
10.66	Digestor 02	2.4%	B
7.03	Bomba licor negro	1.6%	B
6.72	Pin feeder 02	1.5%	C
6.67	Tina lavadora 01	1.5%	C
6.33	Wetting Tube	1.4%	B
3.84	Tina lavadora 02	0.8%	C
3.25	Tina lavadora 03	0.7%	C
2.25	Pin feeder 03	0.5%	C
1.01	Pin feeder 01	0.2%	C
0.83	Otros	0.2%	C

Fuente: Registros Jefatura de mantenimiento 8

### Consecuencia de la Implementación.

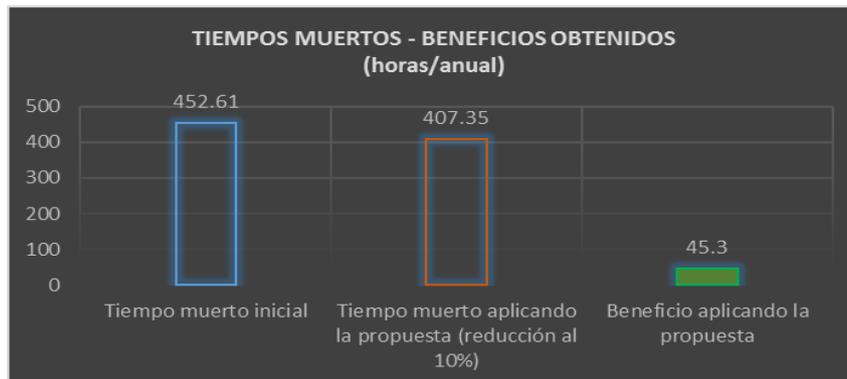
Con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo (Plan de Mantenimiento Anexo n° 11) se obtendrá un 10% de ahorro (estimado al inicio de la implementación) en horas no programadas por correctivo obteniendo una reducción de costos por mantenimiento de S/. 76,911.29, este ahorro también se verá reflejado en horas de continuidad de producción a 45.3 horas, por los cuales se tendría un beneficio de S/ 209,105.82 por disminución de paradas no programadas, mejorando así la disponibilidad de los equipos.

**Tabla N° 26:** Beneficios con la implementación del Programa de Mtto. Preventivo - Producción.

Beneficio Obtenido en Hrs	Ton Producidas/Hra	Beneficio en toneladas	Costo/Ton Pulpa Vta	Costo/Ton papel Vta	Beneficio expresado en soles
45.3	7.7	348.51	S/. 600.00	S/. 1,600.00	S/.209,105.82

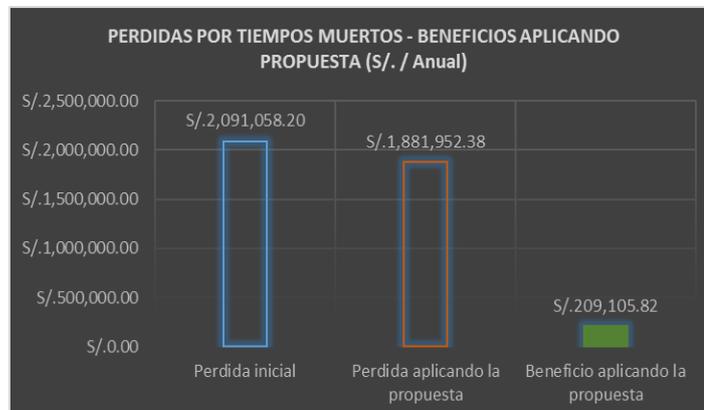
Fuente: Registro de Costos y Planificación

**Grafica N°01:** Tiempos muertos por Mtto. Y beneficios obtenidos en horas



Fuente: Tabla N° 26

**Grafica N°02:** Perdidas y beneficios obtenidos (S/.) por implementación de Propuesta.



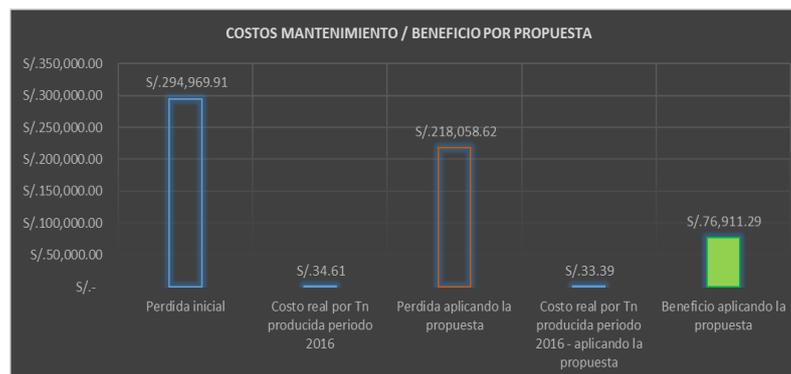
Fuente: Tabla N° 26

**Tabla N° 27:** Beneficios en la reducción de costos de mantenimiento.

Costo Presupuestado por Tn producida periodo 2016	Toneladas Presupuestadas	Tiempo muerto	Toneladas Hora	Toneladas producidas reales	Gato Mito. Presupuestado Anual	Gastos Mito con Costo Presupuestado por Tn	Gasto de mantenimiento real periodo 2016	Costo real por Tn producida periodo 2016	Diferencia del periodo 2016 - gasto adicional a lo presupuestado
S/. 30.00	67400	452.61	7.7	63967	S/. 2,022,000.00	S/. 1,919,007.09	S/. 2,213,977.00	S/. 34.61	S/. 294,969.91
Costo Presupuestado por Tn producida periodo 2017	Toneladas Presupuestadas	Tiempo muerto	Toneladas Hora	Toneladas producidas reales	Gato Mito. Presupuestado Anual	Gastos Mito con Costo Presupuestado por Tn	Gasto de Mito actuales 2017	Costo real por Tn producida periodo 2017	Diferencia del periodo 2017 - gasto adicional a lo presupuestado
S/. 30.00	67400	407.35	7.7	64315	S/. 2,022,000.00	S/. 1,929,462.38	S/. 2,147,521.00	S/. 33.39	S/. 218,058.62
Beneficio									<b>S/. 76,911.29</b>

Fuente: Registros de costos y Planificación

**Grafica N°03:** Costos de Mito. Y beneficios obtenidos por implementación de Propuesta.



Fuente: Tabla N° 27

## Realidad

Actualmente por no contar con un sistema de requerimiento de repuestos por consecuencia de no tener implementado un programa de mantenimiento preventivo (tiempos de intervención de cada equipo), se realizan compras de emergencia (ZTU) las cuales elevan sus costo venta normales. Parte que influye en los costos elevados por mantenimiento.

**Tabla N° 28:** Cuadro comparativo compras de repuestos con ZTU / normales.

Costos de repuestos con ZTU - Periodo 2016	S/. 85,647.6
Total costo de repuestos venta normal	S/. 57,098.4
Costo adicional con ZTU	<b>S/. 28,549.22</b>

Fuente: Registros compras Logística

### Consecuencia de la implementación.

Con la implementación del programa de mantenimiento preventivo se tendrá un control en la adquisición de repuestos con la cual se pretende eliminar las comprar urgentes (ZTU) los cuales incrementan el costo de los mismos, también permitirá que estos repuestos estén a tiempo para la ejecución de los trabajos programados (Anexo n° 12).

**Grafica N°04:** Costos por repuestos con ZU y beneficios obtenidos Implem. La Propuesta.



Fuente: Tabla N°28.

### Realidad.

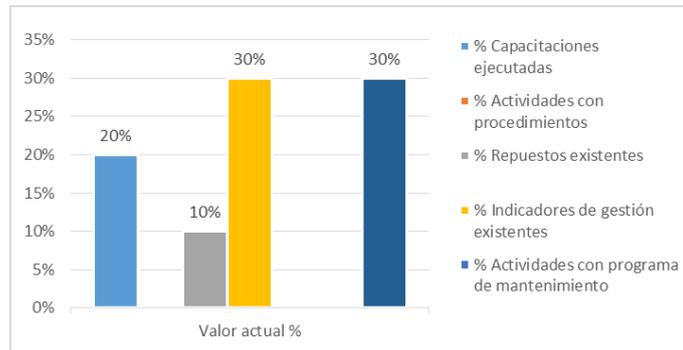
Actualmente en el área de Planta de Pulpa como en toda la empresa Trupal, no cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, por lo cual los indicadores a medir se encuentran en los porcentajes detallados en la Tabla 29.

**Tabla N° 29:** Valores porcentuales actuales de los indicadores.

DESCRIPCION	NOMBRE DEL INDICADOR	Valor actual %
Falta capacitaciones al personal de mantenimiento.	% Capacitaciones ejecutadas	20%
Inexistencia de procedimientos de trabajo	% Actividades con procedimientos	0%
Inexistencia de un sistema de requerimiento de repuestos	% Repuestos existentes	10%
Falta de indicadores de gestión de mantenimiento	% Indicadores de gestión existentes	30%
Falta de un programa de mantenimiento preventivo	% Actividades con programa de mantenimiento	0%
Falta de plan de renovación de equipos	% Renovación de equipos	0%
Falta de orden y limpieza en el área de trabajo.	% Herramientas correctamente ubicados	30%

Fuente: Tabla N° 04.

**Grafica N°05: Valores porcentuales actuales de los indicadores**



Fuente: Tabla N° 29.

### Consecuencia de la implementación.

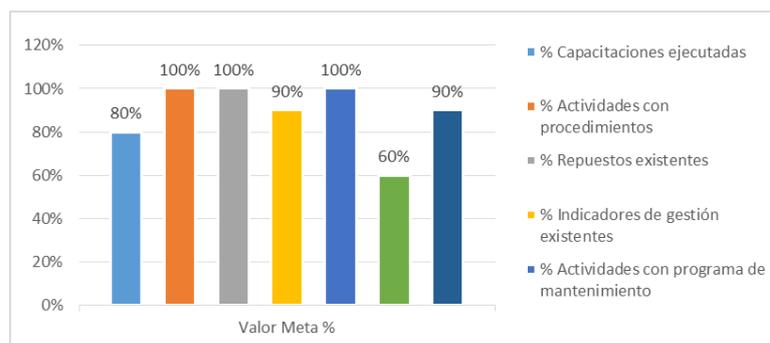
Después de implementada la propuesta y teniendo como referencia el estudio realizado por la M<sup>a</sup> Belén Muñoz sobre el mantenimiento industrial, el cual menciona que uno de los objetivos principales al implementar un programa de mantenimiento preventivo, es evitar detenciones inútiles o paros de máquinas (tiempos perdidos) y que una de las ventajas al implementar dicho programa es la de reducir los costos de reparaciones (costos por mantenimiento); por lo expuesto se pretende obtener los valores metas que se detalla en la Tabla 30.

**Tabla N° 30: Valores meta de los indicadores después de la propuesta**

DESCRIPCION	NOMBRE DEL INDICADOR	Valor Meta %	Herramienta de Mejora
Falta capacitaciones al personal de mantenimiento.	% Capacitaciones ejecutadas	80%	Programa de capacitación
Inexistencia de procedimientos de trabajo	% Actividades con procedimientos	100%	
Inexistencia de un sistema de requerimiento de repuestos	% Repuestos existentes	100%	Programa de mantenimiento preventivo,5S
Falta de indicadores de gestión de mantenimiento	% Indicadores de gestión existentes	90%	
Falta de un programa de mantenimiento preventivo	% Actividades con programa de mantenimiento	100%	
Falta de plan de renovación de equipos	% Renovación de equipos	60%	
Falta de orden y limpieza en el área de trabajo.	% Herramientas correctamente ubicados	90%	

Fuente: Tabla N° 04.

**Grafica N°06: Valores meta de los indicadores después de la propuesta.**



Fuente: Tabla N° 30.

## CONCLUSIONES

- Con la formulación de la propuesta de implementación de un mantenimiento preventivo, se lograría disminuir los costos de mantenimiento, los cuales se verían reflejados en la reducción de horas por paradas no programadas a un 10% inicialmente; obteniendo como beneficio S/ 76,911.29 soles, la misma que por reducción de averías y la continuidad de la producción se obtendrá un beneficio de S/ 209,105.82 soles anuales (aumento de producción) demostrando así que esta implementación nos permite disminuir los costos de mantenimiento, aumentar la disponibilidad de los equipos (disminución de paradas no programadas), mejora en la estabilidad del proceso de pulpeo (incremento de producción) y también logrando tener un control en la adquisición de los repuestos eliminando así las compras de emergencia (ZTU).
- El análisis y diagnóstico del mantenimiento realizado en la Empresa Trupal S.A, nos confirmó los gastos por proceso, donde Hydrapulper 7 tiene en el periodo 2016 un gasto por mantenimiento de S/ 135,233.90, Caldera TSXG S/ 2, 11,362.95, Planta de Fuerza S/ 72,090.22, Tratamiento de Agua S/ 532,083.61, Turbina S/ 397,660.91, MP7 S/ 2, 090,987.21 y Planta de pulpa S/ 2, 213,977. En base a los datos generados por los gastos de mantenimiento de las diferentes área nos permitió delimitar y tomar al Área de Planta de Pulpa para la propuesta planteada.
- Con el diagnóstico de la situación de los costos de mantenimiento realizado en Planta de Pulpa se determinó que sus altos costos operativos eran influenciados debido a los costos elevados por mantenimiento (periodo 2016 gastos en mantenimiento de S/2, 213,977) los cuales son propiciados por paradas no programadas por mantenimientos correctivos (Horas perdidas 452.61 horas), compra de repuestos con costos elevados por no contar con un sistema de requerimientos y por no contar con un cronograma de cambio de equipos obsoletos generando baja disponibilidad de los mismos.
- Al determinar las causas raíz de los altos costos de mantenimiento no permitió seleccionar las herramientas tales como Capacitación, Programa de mantenimiento y 5S que a su vez nos permitirá fundamentar la propuesta de mejora y proyectar sus consecuencias si se implementaran.
- Al realizar la proyección económica y financiera de propuesta planteada nos permite obtener estadísticamente lo resultados que se obtendrían si se implementara la propuesta, teniendo así un VAN de S/.370,053.99 con una tasa interna de retorno (TIR) de 98.25% recuperando dicha inversión en 2.5 años, llegando a la conclusión que esta propuesta de mejora es viable y tendría los beneficios esperando.

## RECOMENDACIONES

- El Supervisor de Planificación y Proyectos es el encargado de Aplicar y dar continuidad a la herramienta 5S, para lo cual los colaboradores serán capacitados en esta metodología, efectuando evaluaciones periódicas al área de mantenimiento (Anexo n° 14). La implementación de esta herramienta servirá para mejorar las operaciones de mantenimiento evitando así accidentes y tiempos perdidos por la falta de orden y limpieza en el área. Cada herramienta y/o repuesto debe estar identificado, rotulado y organizados en armarios correctamente ubicados dentro del taller.
- Implementar un panel de indicadores donde la Jefatura de mantenimiento pueda observar en tiempo real los costos de mantenimiento por cada equipo, las horas perdidas por paradas de cada equipo (mensual, Anexo n° 20), el cumplimiento de las acciones de mantenimiento preventivo por equipo; lo cual permitirá a La Jefatura de mantenimiento tener la información necesaria para la correcta y oportuna toma de decisiones inherentes al mantenimiento preventivo.
- El Jefe de mantenimiento estará encargado de gestionar todos los recursos tanto materiales como humanos (calificados), buscando así que el mantenimiento realizado a los equipos de Planta de Pulpa sea el adecuado, entregando equipos eficientes y confiables para la continuidad del proceso.
- Se generará las fichas técnicas (Anexo n° 12) y costos históricos de los equipos, las cuales permitirán medir el impacto de la implementación de la propuesta y determinar cuan eficiente es. Cada equipo contara con una tarjeta visible donde especifique los últimos mantenimientos del periodo (año).
- La Jefatura de mantenimiento debe evaluar anualmente la mejora planteada con respecto al porcentaje inicial de reducción de paradas no programadas y la reducción de costos de mantenimiento.
- La Gerencia debe desarrollar elementos motivacionales de impacto (charlas motivacionales, concursos ideas de mejoras, eventos de confraternización) sobre el personal poco comprometido con los lineamientos de la empresa, esto permitirá mejorar la situación motivacional de los colaboradores asía las Jefaturas, los procesos de mantenimiento y los propios activos de la empresa.
- Recurso Humanos debe adecuar los procesos de evaluación y selección de personal de mantenimiento en base a competencias explicitas del puesto. Esto permitirá que el personal nuevo que se incorpore tendrá ciertas técnicas y habilidades que permitan lograr satisfactoriamente los planteamientos requeridos por mantenimiento. Recursos Humanos generará el Manual de Organización y funciones (MOF) acorde al puesto de trabajo.
- La Jefatura de mantenimiento y la Jefatura de Producción efectuaran reuniones semanales con el propósito de evaluar los indicadores tanto de mantenimiento como de

producción, los cuales les permitirán valorar y corregir las deficiencias que se estuvieran, generando en el área de Planta de Pulpa una vez implementada la propuesta.

- La Jefatura de mantenimiento debe efectuar un plan de capacitaciones anual obteniendo mejores competencias de los colaboradores, realizando las operaciones de mantenimiento con mayor eficacia y optimización de los recursos presupuestados para el área de mantenimiento. Para estas capacitaciones estarán comprometidos los proveedores de suministros, servicios, repuestos y el Área de Recurso Humanos.

## REFERENCIAS

- Boulcy, F. (2009). *Gestión de mantenimiento*. Madrid: AENOR.
- Duffuaa, S. (2000). *Sistemas de mantenimiento: planeación y control* . México: Editorial Limusa.
- Evans, J. (2005). *Administración y Control de la Calidad*. México: Iberoamérica.
- Gutiérrez, H. (2005). *Calidad total y productividad*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Heizer, H. & Barry, R. . (2008). *Dirección de la Producción y de Operaciones*. Madrid: Pearson Educación S.A .
- Jaramillo, F. (2013). *Propuesta del mantenimiento preventivo por medio del SIM al parque vehicular del Municipio de Querétaro*. Querétaro, México: Universidad de Querétaro.
- Larrea, P. (2001). *Calidad de Servicio*. México: Editorial Díaz de Santos.
- Milanese, C. (2013). *Diseño de un plan preventivo basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad de la maquina papelera*.
- Milanese, C. (2013). *Diseño de un plan preventivo basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad de la maquina papelera* . Caracas: Universidad Simón Bolívar.
- Morrow, L. (2004). *Manual de mantenimiento industria*. México: Edit. Continental.
- Muñoz, J. (2014). *Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Navarro, E. (2007). *Gestión integral de mantenimiento*. Barcelona: Mar combo Boixareu Editores.
- Rey, F. (2001). *Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Rey, F. (2001). *Manual del mantenimiento integral en la empresa* . Madrid: Fundación Confemetal.
- Ríos, J. (2008). *Control de Calidad*. México: Mc Graw Hill.
- Ruiz-Falcó, A. (2009). *Herramientas de Calidad*. Madrid: Echo.
- Valdivieso, J. (2010). *Diseño de un Plan de mantenimiento Preventivo para la Empresa Extruplas S.A*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- García, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de mantenimiento*. España: Díaz de Santos

## ANEXOS

Anexo n° 1: Guía de Entrevista - Mantenimiento.



### GUIA DE ENTREVISTA - MANTENIMIENTO

N° de Guía:

ÁREA:	Planta de Pulpa	Nombre del entrevistado:	Ing. Mirko Flores Alegria			
CATEGORIA DE ENTREVISTA:	Organización del Mantenimiento	Cargo:	Jefe de Mantenimiento de Planta Trupal			
		Fecha de entrevista:				
Nº	Componentes	EXISTE	NO EXISTE	DEFICIENTE	EN PROCESO	OBSERVACIONES
1	Claridad de la ubicación del área de mantenimiento en la organización de su empresa.					
2	El área de mantenimiento tiene establecidas vías de comunicación claras con las otras áreas.					
3	Internamente, el área de mantenimiento tiene establecidas vías de comunicación claras.					
4	El área de mantenimiento trabaja basado en indicadores y objetivos claros.					
5	El área de mantenimiento trabaja dentro de límites de responsabilidad claros y definidos.					
6	El área de Mant. es considerado para toma de decisiones por el resto de áreas de la planta.					
7	Calificación del Planeamiento de mantenimiento dentro de la Organización de su empresa.					
8	Se ejecuta mantenimiento preventivo en Planta de Pulpa.					
9	Existen recepción de solicitudes de servicio de por mantenimiento.					
10	Orden y limpieza en el área de mantenimiento, los equipos y herramientas están debidamente ubicados.					
11	Existencia de Planeamiento de Mano de obra en el área de mantenimiento.					
12	Existencia de Planeamiento de Materiales en el área de mantenimiento.					
13	Existencia de Planeamiento de renovación de activos (equipos) en la empresa.					
14	Planeamiento de la Logística en el área de mantenimiento.					
15	Coordinación con producción fechas para realizar mantenimiento en general.					
16	Planeamiento preventivo en el área de mantenimiento.					
17	Reporte de planeamiento y cumplimiento del área de mantenimiento.					
18	Nivel técnico de los Ingenieros del área de mantenimiento.					
19	Nivel técnico de los Técnicos del área de mantenimiento.					
20	Nivel de Experiencia de Ingenieros, Técnicos y Obreros del área de mantenimiento.					
21	El personal de Mantenimiento trabajan solos y son responsables de las tareas que realizan.					
22	El personal del área de mantenimiento recibe capacitación técnica externa permanentemente.					
23	Las paldas por averías son reportadas oportunamente al área de mantenimiento					
24	Nivel de desempeño del personal del área de mantenimiento para realizar Mant. preventivo.					
25	El personal del área de mant.puede realizar inspecciones diarias (Check List)					
26	El personal de Mantenimiento acciona en base a planes y programas.					

27	El área de Mant. participa en la elaboración de los programas de producción de la planta.					
28	Aplicación del concepto de MP en planta, con rutinas de inspección y revisión planeadas.					
29	El área de Mant. tiene archivos de documentación técnica e historial de equipos al día.					
30	El área de mantenimiento dispone de repuestos y suministros generales en los almacenes.					
31	La distribución y el almacenamiento de los repuestos críticos de la planta se encuentran definidos.					
32	El área de Mant. dispone de herramientas, equipos y máquinas en buen estado y suficientes.					
33	Se lubrican equipos e instalaciones de planta en base a un programa de rutinas establecido					
34	El área de Mant. de planta presta atención, estudia y resuelve los casos de fallas repetitivas					
35	El área de mantenimiento dispone con suficiente datos sobre costos y presupuestos.					
36	Existe supervisión del personal del área de mantenimiento de la planta.					
37	La supervisión de Mant. conoce sus obligaciones técnicas, funciones y responsabilidades.					
38	La supervisión elabora los planes y programas de acciones de Mant. y los controla.					
39	La supervisión conoce, cumple y hace cumplir la política y objetivos de el área de Mant.					
40	La supervisión de mantenimiento de la planta sabe escuchar a su personal.					
41	El personal de mantenimiento esta debidamente distribuido y conoce sus funciones especificas del cargo.					
42	La supervisión de Mant. de la planta tiene fluida relación con el nivel de trabajadores.					
43	Que tipo de clima laboral existe entre las Jefaturas y los colaboradores de rango medio.					
44	Grado de relación entre supervisores de Mant. con los supervisores de producción.					

Fuente: Entrevista Jefe de mantenimiento y Jefe de Operación Planta de Pulpa.

Anexo n° 2: Cuestionario priorización de causas.

## CUESTIONARIO PRIORIZACIÓN DE CAUSAS

Área de Aplicación: Planta de Pulpa 8

Problema : **ALTOS COSTOS POR MANTENIMIENTO**

Nombre: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_

Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en el Problema.

Valorización	Puntaje
Alto	3
Regular	2
Bajo	1

EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTE LOS COSTOS OPERATIVOS POR MANTENIMIENTO:  
CAUSA ( ) ALTO ( ) MEDIO ( ) BAJO

Causa	Preguntas con Respecto a las Principales Causas	Calificación		
		Alto	Regular	Bajo
Cr1	Falta capacitaciones al personal de mantenimiento.			
Cr2	Falta distribución de personal			
Cr3	Falta distribución de repuestos criticos.			
Cr4	Inexistencia de procedimientos de trabajo			
Cr5	Inexistencia de un sistema de requerimiento de repuestos			
Cr6	Falta de plan de renovación de equipos			
Cr7	Falta de orden y limpieza en el área de trabajo.			
Cr8	Inadecuada distribución física de equipos y herramientas.			
Cr9	Falta de indicadores de gestión de mantenimiento			
Cr10	Falta de un programa de mantenimiento preventivo			

Fuente: Entrevista Jefe de mantenimiento y Jefe de Operación Planta de Pulpa.

Anexo n° 3: Ficha de registro de costos por Mantenimiento y Operación.

FICHA DE REGISTRO DE COSTOS POR MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN										
PROCESO	Presupuestado S/. / Ton Papel	INDICA MES				TOTAL ACUMULADO - INDICA AÑO				Diferencial S/. / Ton.Papel Acumulado - INDICA AÑO
		Ton.Papel Plan	0.00	Ton.Papel real	0.00	Ton.Papel Plan	0.00	Ton.Papel Real	0.00	
		Presupuesto Mensual		Real - Indica mes		Presupuesto Total - indica año		Real - Indica año		
		Soles	S/. / Ton Papel	Soles	S/. / Ton Papel	Soles	S/. / Ton Papel	Soles	S/. / Ton Papel	
MP-7	0.00	0.00	MATERIALES							
		0.00	OPERACIONAL							
		0.00	SERVICIOS							
Caldera TSXG	0.00	0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	OPERACIONAL							
Pulpa y Tratamiento de Bagazo	0.00	0.00	MATERIALES							
		0.00	OPERACIONAL							
		0.00	SERVICIOS							
Planta Tratamiento de Agua	0.00	0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
Turbogenerador	0.00	0.00	SERVICIOS							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	SERVICIOS							
Mantenimiento Predictivo	0.00	0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
Hidrapulper # 7	0.00	0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
Desmedulado en Seco CSG	0.00	0.00	OPERACIONAL							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
Desmedulado en Seco Trupal	0.00	0.00	OPERACIONAL							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
Seguridad Industrial	0.00	0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
Talleres Mantenimiento	0.00	0.00	OPERACIONAL							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
Administración Logística	0.00	0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
Prensa Tornillo	0.00	0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
Maestranza	0.00	0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
Planta Fuerza	0.00	0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
Caldera Distral	0.00	0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
Adm. Producc	0.00	0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
Medio Ambiente	0.00	0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
Taller Eléctrico & Instrumentación	0.00	0.00	SERVICIOS							
		0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
PTAR	0.00	0.00	MATERIALES							
		0.00	SERVICIOS							
		0.00	SERVICIOS							
<b>TOTAL</b>	<b>0.00</b>	<b>TOTAL</b>								

Fuente: Área de Planificación de costos – Ing. Jaime Bocanegra.

Anexo n° 4: Ficha de registro de tiempos de Operación y Mantenimiento Planta de Pulpa.



FICHA DE REGISTRO - TIEMPOS DE OPERACION Y  
MANTENIMIENTO PLANTA DE PULPA

INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN		Indicar Semana							Totales
		Día 01	Día 02	Día 03	Día 04	Día 05	Día 06	Día 07	
1	Molienda de Caña Ton	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Bagazo Consumido en la Desmeduladora	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Rendimiento de la Desmeduladora	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Producción de Fibra (TonAD)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Envío de Fibra a Trupal Ton AD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Stock de Fibra en Casa Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Producción Medula (Caldera China) TON AD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Rate Fibra TonAD/Hora	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Rate Medula Ton AD/Hora	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Consumo de Médula /día	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Stock de Médula	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Lectura Semana Anterior Lectura Diaria	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Consumo Diario de Energía (MW-H) \$/x KW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ratio \$/Ton	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Consumo de Cargador Frontal en Horas	-	-	-	-	-	-	-	0.00
	I Turno								0.00
	II Turno								0.00
	III Turno								0.00
15	Rate USD CF/ Mov de Fibra \$/ X Hora	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Salida de Camiones	-	-	-	-	-	-	-	0.00
	I Turno								0.00
	II Turno								0.00
	III Turno								0.00
17	Rate USD/Ton Fibra Prod. min/camión	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	Consumo adicional de Cargador Frontal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

		Indicar Semana							Totales
		Día 01	Día 02	Día 03	Día 04	Día 05	Día 06	Día 07	
<b>TIEMPO CALENDARIO</b>		24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	168.00
<b>TIEMPO PERDIDO PROGRAMADO</b>	Feriatos								0.00
	Mantenimiento program.								0.00
	Parada Programada								0.00
	Descanso personal								0.00
	<b>TOTAL T.PERDIDO PROGRA.</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TIEMPO PROGRAMADO</b>		24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	168.00
<b>TIEMPO PERDIDO EXTERNO</b>	Falta de Energía								0.00
	Falta de bagazo								0.00
	Ingreso de Bagazo Añejo								0.00
	Caida de Fibra al Patio								0.00
	Falta de atención de médula								0.00
	Falta de unidades								0.00
	Falta de estibadores								0.00
	Falta de cargador frontal								0.00
	Tiempo Equivalente Falta de Bagazo								0.00
	Full Stock Médula								0.00
<b>TOTAL TIEMPO PERDIDO EXTERNO</b>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TIEMPO DE OPERACIÓN TOTAL DE PLANTA</b>		24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	168.00
<b>TIEMPO PERDIDO INTERNO</b>	<b>EN OPERACIÓN - DETALLE DE TIEMPOS PERDIDOS POR MANTENIMIENTO</b>								0.00
									0.00
									0.00
									0.00
									0.00
									0.00
									0.00
									0.00
									0.00
									0.00
<b>TOTAL T.PERDIDO INTERNO EN OPER.</b>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL TIEMPO PRODUCCION</b>		24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	168.00

DISPONIBILIDAD	HORAS
Tiempo Calendario	168.00
Tiempo Programado:	-
Tiempo Total	168.00
Tiempo C.F.M.	-
Tiempo Disponible:	168.00
Tiempo Muerto:	-
Tiempo Operativo:	168.00

EFICIENCIA	TONBD
Producción Real	0.00
Capacidad/Maquina: (Ton/Hora)	0.00

Rate Ton/Hora: 0.000

Fuente: Jefatura Planta de Pulpa – Ing. Daniel Solano.

Anexo n° 5: Detalle tiempo perdido – Mantenimiento correctivo.

DETALLE DE TIEMPO PERDIDO											
Semana 01		Semana 02		Semana 03		Semana 04		Semana 05		Semana 06	
DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS
Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168
Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0
Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168
Tiempo C.F.M.	3.75	Tiempo C.F.M.	1	Tiempo C.F.M.	0	Tiempo C.F.M.	0	Tiempo C.F.M.	8.4	Tiempo C.F.M.	2.83
Tiempo Disponible:	164.25	Tiempo Disponible:	167	Tiempo Disponible:	168	Tiempo Disponible:	168	Tiempo Disponible:	159.6	Tiempo Disponible:	165.17
Tiempo Muerto:	9.93	Tiempo Muerto:	16.18	Tiempo Muerto:	15.82	Tiempo Muerto:	15.42	Tiempo Muerto:	12.67	Tiempo Muerto:	13.83
Tiempo Operativo:	154.32	Tiempo Operativo:	150.82	Tiempo Operativo:	152.18	Tiempo Operativo:	152.58	Tiempo Operativo:	146.93	Tiempo Operativo:	151.34
Semana 07		Semana 08		Semana 09		Semana 10		Semana 11		Semana 12	
DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS
Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168
Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0
Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168
Tiempo C.F.M.	0	Tiempo C.F.M.	13.5	Tiempo C.F.M.	41.99	Tiempo C.F.M.	21.24	Tiempo C.F.M.	3.25	Tiempo C.F.M.	4.33
Tiempo Disponible:	168	Tiempo Disponible:	154.5	Tiempo Disponible:	126.01	Tiempo Disponible:	146.76	Tiempo Disponible:	164.75	Tiempo Disponible:	163.67
Tiempo Muerto:	12.99	Tiempo Muerto:	26.98	Tiempo Muerto:	11.39	Tiempo Muerto:	7.66	Tiempo Muerto:	14.75	Tiempo Muerto:	28.33
Tiempo Operativo:	155.01	Tiempo Operativo:	127.52	Tiempo Operativo:	114.62	Tiempo Operativo:	139.1	Tiempo Operativo:	150	Tiempo Operativo:	135.34
Semana 13		Semana 14		Semana 15		Semana 16		Semana 17		Semana 18	
DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS
Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168
Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	96.5	Tiempo Programado:	0						
Tiempo Total	168	Tiempo Total	71.5	Tiempo Total	168						
Tiempo C.F.M.	38.5	Tiempo C.F.M.	14.72	Tiempo C.F.M.	16.33	Tiempo C.F.M.	7.41	Tiempo C.F.M.	10.25	Tiempo C.F.M.	7.08
Tiempo Disponible:	129.5	Tiempo Disponible:	56.78	Tiempo Disponible:	151.67	Tiempo Disponible:	160.59	Tiempo Disponible:	157.75	Tiempo Disponible:	160.92
Tiempo Muerto:	25.27	Tiempo Muerto:	4	Tiempo Muerto:	17.16	Tiempo Muerto:	23.35	Tiempo Muerto:	30.1	Tiempo Muerto:	11.6
Tiempo Operativo:	104.23	Tiempo Operativo:	52.78	Tiempo Operativo:	134.51	Tiempo Operativo:	137.24	Tiempo Operativo:	127.65	Tiempo Operativo:	149.32
Semana 19		Semana 20		Semana 21		Semana 22		Semana 23		Semana 24	
DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS
Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168
Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0
Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168
Tiempo C.F.M.	29.67	Tiempo C.F.M.	40.07	Tiempo C.F.M.	0	Tiempo C.F.M.	0	Tiempo C.F.M.	46.73	Tiempo C.F.M.	50.27
Tiempo Disponible:	138.33	Tiempo Disponible:	127.93	Tiempo Disponible:	168	Tiempo Disponible:	168	Tiempo Disponible:	121.27	Tiempo Disponible:	117.73
Tiempo Muerto:	8.33	Tiempo Muerto:	4.42	Tiempo Muerto:	2	Tiempo Muerto:	3	Tiempo Muerto:	5.58	Tiempo Muerto:	3.26
Tiempo Operativo:	130	Tiempo Operativo:	123.51	Tiempo Operativo:	166	Tiempo Operativo:	165	Tiempo Operativo:	115.69	Tiempo Operativo:	114.47
Semana 25		Semana 26		Semana 27		Semana 28		Semana 29		Semana 30	
DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS
Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168
Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	24	Tiempo Programado:	0
Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	144	Tiempo Total	168
Tiempo C.F.M.	33.8	Tiempo C.F.M.	26.67	Tiempo C.F.M.	43.35	Tiempo C.F.M.	0	Tiempo C.F.M.	64.26	Tiempo C.F.M.	0
Tiempo Disponible:	134.2	Tiempo Disponible:	141.33	Tiempo Disponible:	124.65	Tiempo Disponible:	168	Tiempo Disponible:	79.74	Tiempo Disponible:	168
Tiempo Muerto:	8.83	Tiempo Muerto:	11.48	Tiempo Muerto:	7.92	Tiempo Muerto:	8	Tiempo Muerto:	6.42	Tiempo Muerto:	0.5
Tiempo Operativo:	125.37	Tiempo Operativo:	129.85	Tiempo Operativo:	116.73	Tiempo Operativo:	160	Tiempo Operativo:	73.32	Tiempo Operativo:	167.5

Semana 31		Semana 32		Semana 33		Semana 34		Semana 35		Semana 36	
DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS
Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168
Tiempo Programado:	96	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0
Tiempo Total	72	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168
Tiempo C.F.M.	24.6	Tiempo C.F.M.	87.82	Tiempo C.F.M.	55.17	Tiempo C.F.M.	30.08	Tiempo C.F.M.	44.53	Tiempo C.F.M.	127.67
Tiempo Disponible:	47.4	Tiempo Disponible:	80.18	Tiempo Disponible:	112.83	Tiempo Disponible:	137.92	Tiempo Disponible:	123.47	Tiempo Disponible:	40.33
Tiempo Muerto:	1.08	Tiempo Muerto:	2.75	Tiempo Muerto:	3.42	Tiempo Muerto:	6.16	Tiempo Muerto:	4.67	Tiempo Muerto:	0.33
Tiempo Operativo:	46.32	Tiempo Operativo:	77.43	Tiempo Operativo:	109.41	Tiempo Operativo:	131.76	Tiempo Operativo:	118.8	Tiempo Operativo:	40

Semana 37		Semana 38		Semana 39		Semana 40		Semana 41		Semana 42	
DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS
Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168
Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0
Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168
Tiempo C.F.M.	27.26	Tiempo C.F.M.	45.15	Tiempo C.F.M.	46.49	Tiempo C.F.M.	0	Tiempo C.F.M.	0	Tiempo C.F.M.	0
Tiempo Disponible:	140.74	Tiempo Disponible:	122.85	Tiempo Disponible:	121.51	Tiempo Disponible:	168	Tiempo Disponible:	168	Tiempo Disponible:	168
Tiempo Muerto:	4.38	Tiempo Muerto:	0	Tiempo Muerto:	4.4	Tiempo Muerto:	12	Tiempo Muerto:	2	Tiempo Muerto:	0
Tiempo Operativo:	136.36	Tiempo Operativo:	122.85	Tiempo Operativo:	117.11	Tiempo Operativo:	156	Tiempo Operativo:	166	Tiempo Operativo:	168

Semana 43		Semana 44		Semana 45		Semana 46		Semana 47		Semana 48	
DISPONIBILIDAD	HORAS										
Tiempo Calendario	168										
Tiempo Programado:	0										
Tiempo Total	168										
Tiempo C.F.M.	47.66	Tiempo C.F.M.	61.04	Tiempo C.F.M.	40.42	Tiempo C.F.M.	45.32	Tiempo C.F.M.	50.25	Tiempo C.F.M.	47.32
Tiempo Disponible:	120.34	Tiempo Disponible:	106.96	Tiempo Disponible:	127.58	Tiempo Disponible:	122.68	Tiempo Disponible:	117.75	Tiempo Disponible:	120.68
Tiempo Muerto:	0.34	Tiempo Muerto:	1.17	Tiempo Muerto:	1.93	Tiempo Muerto:	7	Tiempo Muerto:	0.75	Tiempo Muerto:	2.25
Tiempo Operativo:	120	Tiempo Operativo:	105.79	Tiempo Operativo:	125.65	Tiempo Operativo:	115.68	Tiempo Operativo:	117	Tiempo Operativo:	118.43

Semana 49		Semana 50		Semana 51		Semana 52	
DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS	DISPONIBILIDAD	HORAS
Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168	Tiempo Calendario	168
Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0	Tiempo Programado:	0
Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168	Tiempo Total	168
Tiempo C.F.M.	58.24	Tiempo C.F.M.	44.83	Tiempo C.F.M.	73.41	Tiempo C.F.M.	64.42
Tiempo Disponible:	109.76	Tiempo Disponible:	123.17	Tiempo Disponible:	94.59	Tiempo Disponible:	103.58
Tiempo Muerto:	0.92	Tiempo Muerto:	7.66	Tiempo Muerto:	9.82	Tiempo Muerto:	12.41
Tiempo Operativo:	108.84	Tiempo Operativo:	115.51	Tiempo Operativo:	84.77	Tiempo Operativo:	91.17

Fuente: Producción Plata de Pulpa 8.

Anexo n° 6: Codificación de equipos.

1	CAMPO	HISTORIAL								PESO		VALOR ADQUISICION				
	OBJETO TECNICO	CODIGO OBJETO TECNICO	DENOMINACION	CATEGORIA DE CLASE	CLASE	CARACTERISTICA	VALORACION VALOR CARACTER	CLASE DE OBJETO	GRUPO DE AUTORIZACION	PESO	UNIDAD DE MEDIDA	TAMAÑO/ DIMENSION/POTENCIA	PUESTA EN SERVICIO DESDE	VALOR	MONEDA	FECHA ADQUISICION
2	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO													
11	UBICACION TECNICA	574	3 PLANTA PAPELERA TRUPAL TRUJILLO	31												
13	UBICACION TECNICA	574-PC01	8 PLANTA DE COGENERACION 1	24												
2823	UBICACION TECNICA	574-PPU1	8 PLANTA DE PULPA 1	17												
2824	UBICACION TECNICA	574-PPU1-DS1	12 LINEA DESMEDULADO EN SECO	25												
2825	EQUIPO	574-DS1-TR1	11 CONDUCTOR HORIZONTAL DE BAGAZO	30												
2852	EQUIPO	574-DS1-TR2	11 CONDUCTOR INCLINADO DE BAGAZO	29												
2877	EQUIPO	574-DS1-TR3	11 FAJA DE RETORNO DE BAGAZO	25												
2908	EQUIPO	574-DS1-ATR1	12 ALIMENTADOR ROTATIVO 01 DE BAGAZO	33												
2920	EQUIPO	574-DS1-ATR2	12 ALIMENTADOR ROTATIVO 02 DE BAGAZO	33												
2931	EQUIPO	574-DS1-ATR3	12 ALIMENTADOR ROTATIVO 03 DE BAGAZO	33												
2944	EQUIPO	574-DS1-ATR4	12 ALIMENTADOR ROTATIVO 04 DE BAGAZO	33												
2956	EQUIPO	574-DS1-MOL1	12 MOLINO DESMEDULADOR EN SECO 01	31												
2997	EQUIPO	574-DS1-MOL2	12 MOLINO DESMEDULADOR EN SECO 02	31												
3038	EQUIPO	574-DS1-MOL3	12 MOLINO DESMEDULADOR EN SECO 03	31												
3079	EQUIPO	574-DS1-MOL4	12 MOLINO DESMEDULADOR EN SECO 04	31												
3120	EQUIPO	574-DS1-TR4	11 FAJA DE ACEPTADOS	18												
3147	EQUIPO	574-DS1-TR5	11 CONDUCTOR DE INCLINADO DE FIBRA	31												
3171	EQUIPO	574-DS1-TR6	11 FAJA PRINCIPAL DE FIBRA	23												
3219	EQUIPO	574-DS1-TR7	11 FAJA DE RECHAZOS	16												
3245	EQUIPO	574-DS1-TR8	11 FAJA DE MEDULA A CALDERA	24												
3273	UBICACION TECNICA	574-PPU1-DH1	12 LINEA DESMEDULADO EN HUMEDO	27												
4092	UBICACION TECNICA	574-PPU1-DG1	12 DIGESTION	9												

Fuente: Jefatura de Planta de Pulpa – Proceso Productivo.

Anexo n° 7: Criticidad de Equipos.



Niveles de Criticidad Planta de Pulpa

Criticidad Nivel 1	
Criticidad Nivel 2	
Criticidad Nivel 3	

Item	Área	Equipo	Marca	Criticidad	Codigo	Observación
1	Desmeduladora en Seco	Conductor de Horizontal de Bagazo	TRUPAL			
2	Desmeduladora en Seco	Conductor Inclinado de Bagazo	TRUPAL			
3	Desmeduladora en Seco	Faja de Retorno	TRUPAL			
4	Desmeduladora en Seco	Alimentador Rotativo 1	TRUPAL			
5	Desmeduladora en Seco	Alimentador Rotativo 2	TRUPAL			
6	Desmeduladora en Seco	Alimentador Rotativo 3	TRUPAL			
7	Desmeduladora en Seco	Alimentador Rotativo 4	TRUPAL			
8	Desmeduladora en Seco	Molino Desmedulador en Seco 1	PEADCO			
9	Desmeduladora en Seco	Molino Desmedulador en Seco 2	PEADCO			
10	Desmeduladora en Seco	Molino Desmedulador en Seco 3	PEADCO			
11	Desmeduladora en Seco	Molino Desmedulador en Seco 4	PEADCO			
12	Desmeduladora en Seco	Faja de Aceptados	TRUPAL			
13	Desmeduladora en Seco	Conductor Inclinado de Fibra	TRUPAL			
14	Desmeduladora en Seco	Faja de Fibra	TRUPAL			
15	Desmeduladora en Seco	Faja de Rechazos	TRUPAL			
16	Desmeduladora en Seco	Faja de Médula a Caldera	TRUPAL			
17	Desmeduladora en Húmedo	Alimentador Principal A	TRUPAL			
18	Desmeduladora en Húmedo	Alimentador Principal B	TRUPAL			
19	Desmeduladora en Húmedo	Faja Principal	TRUPAL			
20	Desmeduladora en Húmedo	Conductor de Paletas	TRUPAL			
21	Desmeduladora en Húmedo	Faja de Retorno	TRUPAL			
22	Desmeduladora en Húmedo	Alimentador Rotativo 1	TRUPAL			
23	Desmeduladora en Húmedo	Alimentador Rotativo 2	TRUPAL			
24	Desmeduladora en Húmedo	Alimentador Rotativo 3	TRUPAL			
25	Desmeduladora en Húmedo	Tina Lavadora 1	TRUPAL			
26	Desmeduladora en Húmedo	Tina Lavadora 2	TRUPAL			
27	Desmeduladora en Húmedo	Tina Lavadora 3	TRUPAL			
28	Desmeduladora en Húmedo	Molino Desmedulador en Húmedo 1	PEADCO			
29	Desmeduladora en Húmedo	Molino Desmedulador en Húmedo 2	PEADCO			
30	Desmeduladora en Húmedo	Molino Desmedulador en Húmedo 3	PEADCO			
31	Desmeduladora en Húmedo	Faja de Aceptados	TRUPAL			
32	Desmeduladora en Húmedo	TK de agua a Tinas Lavadoras	TRUPAL			
33	Desmeduladora en Húmedo	Bomba de agua a Tinas Lavadoras	HIDROSTAL			
34	Desmeduladora en Húmedo	Agitador de tanque de agua a tinas lavadoras	SCABA			
35	Desmeduladora en Húmedo	Rompedor de espuma N° 5	SCABA			
36	Desmeduladora en Húmedo	Electroimán Desmedulado en Húmedo	-			
37	Digestión	Faja Inclínada	TRUPAL			
38	Digestión	Electroimán de Digestión	-			
39	Digestión	Transportador Humedecedor "A"	TRUPAL			Inoperativo
40	Digestión	Transportador Humedecedor "B"	TRUPAL			
41	Digestión	Calentador de Licor	TRUPAL			
42	Digestión	Gusano Alimentador "A"	DEFIBRATOR			Inoperativo
43	Digestión	Gusano Alimentador "B"	DEFIBRATOR			
44	Digestión	Damper "A"	DEFIBRATOR			Inoperativo
45	Digestión	Damper "B"	DEFIBRATOR			
46	Digestión	TK de soda a Digestión	TRUPAL			
47	Digestión	Bomba "A" de Soda a Digestión	SCANPUMP			
48	Digestión	Bomba "B" de Soda a Digestión	WORTHINGTON			
49	Digestión	Digestor N° 1	DEFIBRATOR			Inoperativo
50	Digestión	Digestor N° 4	DEFIBRATOR			Inoperativo
51	Digestión	Digestor N° 3	DEFIBRATOR			
52	Digestión	Descargador N° 3	DEFIBRATOR			
53	Digestión	Desfibrador L-42	DEFIBRATOR			
54	Digestión	Digestor N° 2	DEFIBRATOR			
55	Digestión	Bomba "A" de Lubricación de Digestión	MADISON - KIPP			
56	Digestión	Bomba "B" de Lubricación de Digestión	-			Inoperativo
57	Digestión	Descargador N° 2	DEFIBRATOR			
58	Digestión	Desfibrador RGP-36 - B	DEFIBRATOR			
59	Digestión	Bomba "A" Agua de sello Desfibradores	SCANPUMP			
60	Digestión	Bomba "B" Agua de sello Desfibradores	SCANPUMP			

61	Lavadoras	TK de agua caliente	TRUPAL		
62	Lavadoras	Bomba TK de agua caliente	SCANPUMP		
63	Lavadoras	Condensador	TRUPAL		
64	Lavadoras	Rompedor de espuma N° 1	SCABA		
65	Lavadoras	Rompedor de espuma N° 2	SCABA		Inoperativo
66	Lavadoras	Lavadora de Pulpa Morena N° 2	HEDEMORA		
67	Lavadoras	Lavadora de Pulpa Morena N° 4	HEDEMORA		
68	Lavadoras	Lavadora de Pulpa Morena N° 6	HEDEMORA		
69	Lavadoras	Repulper N° 2	HEDEMORA		
70	Lavadoras	Repulper N° 4	HEDEMORA		
71	Lavadoras	Repulper N° 6	HEDEMORA		
72	Lavadoras	Regadera Oscilante N° 2	HEDEMORA		
73	Lavadoras	Regadera Oscilante N° 4	HEDEMORA		
74	Lavadoras	Regadera Oscilante N° 6	HEDEMORA		
75	Lavadoras	Bomba "A" de alta presión de agua fresca	HIDROSTAL		
76	Lavadoras	Bomba "B" de alta presión de agua fresca	HIDROSTAL		
77	Lavadoras	TK de sello de Licor fuerte	TRUPAL		
78	Lavadoras	Bomba de Licor fuerte de Baja presión	SCANPUMP		
79	Lavadoras	Bomba de Licor fuerte de Alta Presión	SCANPUMP		
80	Lavadoras	Bomba de licor fuerte a pozas de oxidación	SCANPUMP		
81	Lavadoras	TK de sello de licor medio	TRUPAL		
82	Lavadoras	Bomba de licor medio	SCANPUMP		
83	Lavadoras	TK de sello de licor débil	TRUPAL		
84	Lavadoras	Bomba de Licor débil	SCANPUMP		
85	Lavadoras	Soplador de aire N° 2	SCAN		
86	Lavadoras	Bomba de Alta Consistencia - KAMYR	KAMYR		
87	Lavadoras	Bomba de Alta Consistencia - SCANPUMP	SCANPUMP		
88	Digestión	Descargador N° 1	DEFIBRATOR		
89	Digestión	Defibrador RGP-36 - A	DEFIBRATOR		Inoperativo
90	Digestión	TK de Soplado N° 1	TRUPAL		Inoperativo
91	Digestión	TK de Soplado N° 2	TRUPAL		
92	Digestión	Agitador de TK de soplado N° 1	SCABA		Inoperativo
93	Digestión	Agitador de TK de soplado N° 2	SCABA		
94	Digestión	Bomba TK de soplado N° 1	SCANPUMP		Inoperativo
95	Digestión	Bomba TK de soplado N° 2	SCANPUMP		
96	Digestión	Trampa Magnética 1	TRUPAL		Inoperativo
97	Digestión	Trampa Magnética 2	TRUPAL		
98	Digestión	Rompedor de espuma N° 3	SCABA		
99	Digestión	Rompedor de espuma N° 4	SCABA		Inoperativo
100	Digestión	TK de recepción de soda concentrada "A"	TRUPAL		
101	Digestión	TK de recepción de soda concentrada "B"	TRUPAL		
102	Digestión	TK de recepción de soda concentrada "D"	TRUPAL		
103	Digestión	TK de recepción de soda concentrada "E"	TRUPAL		
104	Digestión	TK de dilución de soda "C"	TRUPAL		
105	Digestión	Bomba "A" de Transferencia de Soda	SCAN		
106	Digestión	Bomba "B" de Transferencia de Soda	SCAN		
107	Digestión	Bomba "A" de recirculación de soda	WORTHINGTON		
108	Digestión	Bomba "B" de recirculación de soda	WORTHINGTON		
109	Digestión	Bomba de Transferencia de soda a TA y PQ	WORTHINGTON		

Fuente: Jefatura de mantenimiento

Anexo n° 8: Análisis de criticidad.

### ANALISIS DE CRITICIDAD

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
<b>A CRITICO</b>	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al plan de producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de averías.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha sufrido accidentes en el pasado.		Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).	
<b>B IMPORTANTE</b>	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o a plan de producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste medio en mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
<b>C INDISPENSABLE</b>	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de mantenimiento.

Fuente: Santiago García Garrido (2003) – Organización y Gestión Integral de Mantenimiento

Anexo n° 9: Check List – Equipos Planta de Pulpa.

													FECHA:							
													HORA INICIAL:		H. FINAL:					
													MECANICO:							
													REV:							
INSPECCION DE EQUIPOS RUTA 1 - PP8																				
ZONA	EQUIPO	ELEMENTO	OPERANDO		LIMPIEZA		RUIDO EXCESIVO		VIBRACION EXCESIVA		TEMPERATURA		FUGA DE ACEITE		FUGA DE AGUA		FUGA DE PASTA		OBSERVACIONES	
			SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	< 80 °C	> 80 °C	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
RUTA 1 - PP8	ALIMENTADOR PRINCIPAL "A"	Moto-Reductor																		
		Piñones																		
		Cadena																		
	ALIMENTADOR PRINCIPAL "B"	Chumaceras																		
		Moto-Reductor																		
		Piñones																		
	FAJA DE ALIMENTACION PRINCIPAL	Cadena																		
		Chumaceras																		
		Tambor Cola																		
		Chumacera lado cola																		
		Tambor Tensor																		
		Chumaceras tensoras																		
		Tambor Deflector 1																		
		Chumaceras deflectoras 1																		
		Tambor Deflector 2																		
		Chumaceras deflectoras 2																		
		Tambor Matriz																		
		Chumaceras lado Matriz																		
		TRANSPORTADOR CONDUCTOR DE PALETAS	Polines																	
			Reductor																	
	Piñones																			
	Cadenas																			
	Acople																			
	Reductor																			
	Acople																			
	Piñones matriz																			
	Cadena																			
	Paletas																			
	ALIMENTADOR ROTATIVO 01	Pistas																		
		Piso																		
		Piñones cola																		
	ALIMENTADOR ROTATIVO 02	Moto-Reductor																		
		Piñones																		
		Cadenas																		
	ALIMENTADOR ROTATIVO 03	Pin feeder																		
		Moto-Reductor																		
		Piñones																		
	TINA 1	Cadenas																		
		Pin feeder																		
		Moto-Reductor (entrada)																		
	TINA 2	Acople																		
		Piñones																		
		Cadenas																		
	TINA 3	Chumaceras																		
		Sellos																		
		Moto- Reductor (salida)																		
	MOLINO DESMEDULADOR EN HUMEDO 01	Moto-Reductor (entrada)																		
		Acople																		
		Piñones																		
	MOLINO DESMEDULADOR EN HUMEDO 02	Cadenas																		
		Chumaceras																		
		Sellos																		
	MOLINO DESMEDULADOR EN HUMEDO 03	Moto- Reductor (salida)																		
		Moto-Reductor (entrada)																		
		Acople																		
	<p>COORDINADOR TURNO DE AREA PP8 TRUPAL</p> <p>MECÁNICO TRUPAL</p> <p>JEFATURA MANTTO. MECÁNICO TRUPAL</p>																			

Fuente: Colaboradores mantenimiento Planta de Pulpa.



Anexo nº 11: Plan de mantenimiento preventivo.

		TABLA: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DESMEDULADO EN HÚMEDO / DIGESTIÓN / LAVADO - TRUPAL		CODIGO: 574-MTTP-DH1
VERSIÓN 1	FECHA	ELABORADO POR: Jaime Torres	REVISADO POR: Ing. Mirko Flores	PAGINA: 1 de 1 APROBADO POR: Ing. Luis Alviitez
COPIA N°:		DESTINATARIO:		

Criticidad Nivel 1	
Criticidad Nivel 2	
Criticidad Nivel 3	

NO MODIFICAR COLUMNAS										
CÓDIGO EQUIPO SAP	CÓDIGO EQUIPO ANTERIOR	DENOMINACIÓN EQUIPO	CÓDIGO CONJUNTO SAP	DENOMINACIÓN CONJUNTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	TIPO DE PROGRAMACIÓN		DOCUMENTO DE REFERENCIA	UBICACIÓN FÍSICA
							MÁQUINA PARADA	MÁQUINA EN OPERACIÓN		
574-DH1-ALI1		ALIMENTADOR PRINCIPAL A	IDH1-ALI1-MR1	MOTOREDUCTOR DE ALIMENTADOR PRINCIPAL A	Realizar análisis de vibración del motor	BI		X		
					Cambio de rodamientos de motor		X			
					Realizar Relubricación de Rodamiento de motor.	S		X		
					Mantenimiento de carcasa de motor(pintado)	A	X			
					Megado de motor	A		X		
					Limpieza y de ser necesario ajuste de bornes de conexión.	M				
					Realizar limpieza de ventilador y carcasa de motor.	Q		X		
					Revisar pernos de anclaje, ajustar de ser necesario	S		X		
					Relubricación de reductor	T		X		
					Verificar nivel de aceite.	D		X		
					Cambio de aceite del reductor.	3 AÑOS	X			
					Realizar análisis de vibración del Reductor	BM		X		
					Verificar desgaste de piñones, cambiar de ser necesario.	M	X			
					Verificar estado de cadena de transmisión, cambiar si fuera necesario.	M	X			
					Verificar estado de Alimentadores	M	X			
Relubricación de chumaceras	T		X							
Relubricar Piñones y cadenas	S		X							
Mantenimiento general de estructuras.	BI									
574-DH1-ALI2		ALIMENTADOR PRINCIPAL B	IDH1-ALI2-MR1	MOTOREDUCTOR DE ALIMENTADOR PRINCIPAL B	Realizar análisis de vibración del motor	BM			X	
					Cambio de rodamientos de motor		X			
					Realizar Relubricación de Rodamiento de motor.	SE		X		
					Mantenimiento de carcasa de motor(pintado)	A	X			
					Megado de motor	A		X		
					Limpieza y de ser necesario ajuste de bornes de conexión.	M				
					Realizar limpieza de ventilador y carcasa de motor.	Q		X		
					Revisar pernos de anclaje, ajustar de ser necesario	SE		X		
					Relubricación de reductor	T		X		
					Verificar nivel de aceite.	D		X		
					Cambio de aceite del reductor.	3 AÑOS	X			
					Realizar análisis de vibración del Reductor	BM			X	
					Verificar desgaste de piñones, cambiar de ser necesario.	M	X			
					Verificar estado de cadena de transmisión, cambiar si fuera necesario.	M	X			
					Verificar estado de Alimentadores	M	X			
Relubricación de chumaceras	T		X							
Relubricar Piñones y cadenas	S		X							
Mantenimiento general de estructuras.	BA									
		ESTRUCTURA								

FRECUENCIAS	
Cód.	Descripción
D	DIARIA
S	SEMANAL
Q	QUINCENAL
M	MES
BM	BIMENSUAL
T	TRIMESTRAL
SE	SEMESTRAL
A	ANUAL
BA	BIANUAL

PUESTO DE TRABAJO			
Cód.	Descripción	Cód.	Descripción
MEC-LUB	TÉCNICO LUBRICACIÓN	MEC-CLD	TÉCNICO CALDERAS
MEC-MAE	TÉCNICO MAESTRANZA	ELE-INS	TÉCNICO INSTRUMENTISTA
MEC-SOL	TÉCNICO SOLDADOR	ELE-ELT	TÉCNICO ELECTRONICO
MEC-TAL	TÉCNICO MECÁNICO TALLER	ELE-TRN	TÉCNICO ELECTRICISTA TURNO
MEC-TRN	TÉCNICO MECÁNICO TURNO	ELE-AUX	ELECTRICISTA AUXILIAR (Tercero)
MEC-FRE	TÉCNICO PREDICTIVO (Tercero)	ELE-INA	INSTRUMENTISTA AUXILIAR (Tercero)
MEC-AUX	MECÁNICO AUXILIAR (Tercero)		

CRITICIDAD	LUBRICACIÓN		MECÁNICO			ELÉCTRICO E INSTRUMENTACIÓN		PUESTO DE TRABAJO	2017													
	MARCA	TIPO	CANTIDAD	TORQUE	REPUESTOS	MATERIALES	REPUESTOS		MATERIALES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
										2017												
	CASTROL	BRB - 572																				
	SHELL	Shell Omala 220																				
	CASTROL Rich Oil	BRB - 572 Anticoritt WRC 21																				
	CASTROL	BRB - 572																				
	SHELL	Shell Omala 220																				
	CASTROL Rich Oil	BRB - 572 Anticoritt WRC 21																				

Fuente: Jefatura de mantenimiento – Jefatura de Producción Planta de Pulpa.





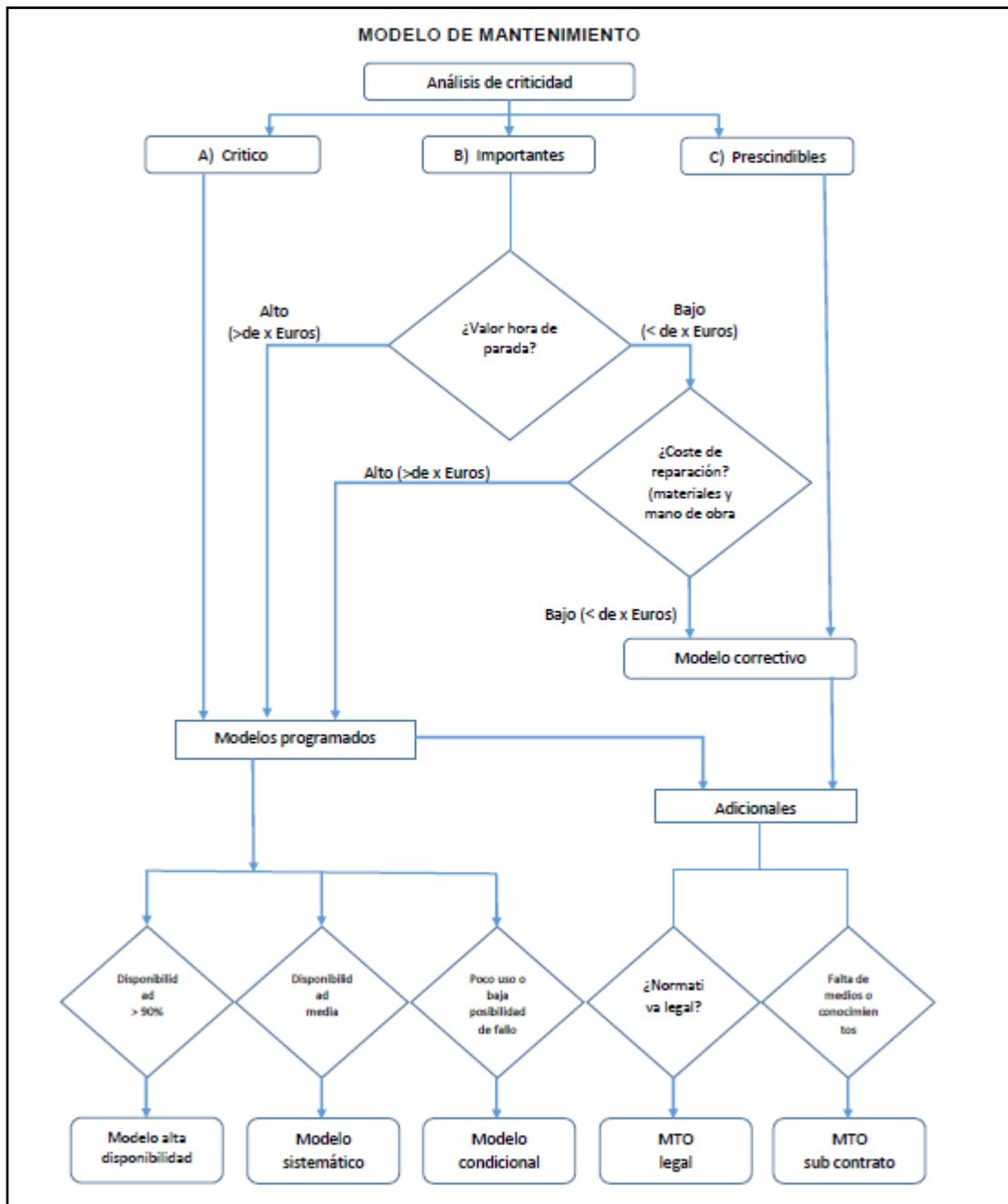
Anexo n° 14: Formato Control y Auditoria herramienta 5S.

	CONTROL Y AUDITORIA - 5 S			
	1		2	
Semana				
Fecha auditoria				
Auditor	M. Flores / M. Ventura / J. Torres		M. Flores / M. Ventura / J. Torres	
Área Auditada	Mantenimiento Mecanico		Mantenimiento Mecanico	
Seleccionar	Calificación	Observaciones	Calificación	Observaciones
Las herramientas se encuentran en buen estado para su uso ( Verificar )	0		0	
En la mesa del taller de mantenimiento no hay material de trabajo sin uso	0		0	
En los escritorios no hay material de trabajo sin uso	0		0	
Se puede saber cuáles son los artículos necesarios en el área en el taller de mantenimiento	0		0	
El área de mantenimiento tiene los contenedores asignados (cestas , tachos )	0		0	
Los Pasillos estan libres de obstáculos (stokas, equipos, cajas, paletas, etc.) ( ver taller )	0		0	
La cartelera de 5's esta visible , entendible y esta actualizada	0		0	
Ordenar	Calificación	Observaciones	Calificación	Observaciones
El taller de mantenimiento se encuentra ordenado ( Visualizar todo el area )	0		0	
Las Herramientas del taller estan ordenados y clasificados	0		0	
Los armarios del taller de mantenimiento se encuentran ordenados (abrir armarios)	0		0	
El estante donde estan los manuales estan clasificados y ordenados	0		0	
Los recipientes de basura o cestas están en el lugar designado para éstos (delimitados )	0		0	
El Tecnico de mantenimiento usa el uniforme y equipo de seguridad acorde a la operación	0		0	
Los documentos de los escritorios se encuentran ordenados	0		0	
Los armarios cuentan con su lista de articulo necesarios	0		0	
Las señalizaciones cumplen con las normas de seguridad (Extintores, etc)	0		0	
Limpia	Calificación	Observaciones	Calificación	Observaciones
El taller de mantenimiento (Electrico y Mecánico ) se encuentran limpio	0		0	
La mesa de trabajo de los talleres se encuentra limpia	0		0	
Los armarios del taller de mantenimiento se encuentran limpios	0		0	
Cuenta con tablero de utiles de limpieza y estan identificados	0		0	
Las paredes y ventanas del taller de mantenimiento se encuentran limpias	0		0	
El piso está libre de polvo, basura, repuestos, manchas , etc	0		0	
Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida y esta firmada	0		0	
Estandarizar	Calificación	Observaciones	Calificación	Observaciones
El personal ha asistido al Curso 5's (escoger una persona y preguntar )	0		0	
El personal tiene conocimiento de las 5's y sabe su importancia (preguntar a un colaborador)	0		0	
Hay un calendario de auditorias para evaluar el orden y limpieza, se ha cumplido.	0		0	
El Manual de 5's, esta completa y actualizada	0		0	

	1	2
General	0%	0%
Selección	0%	0%
Orden	0%	0%
Limpieza	0%	0%
Estandarización	0%	0%

Fuente: Area Desarrollo de Talento

Anexo n° 15: Modelo de mantenimiento



Fuente: Santiago García Garrido (2003) – Organización y Gestión Integral de Mantenimiento

Anexo n° 16: Resumen gastos mensuales de repuestos y resumen compras por ZTU.

2014													
Tipo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Anual
MATERIALES	S/. 78,335	S/. 47,254	S/. 74,478	S/. 172,566	S/. 181,674	S/. 93,610	S/. 85,196	S/. 121,223	S/. 69,331	S/. 93,775	S/. 110,544	S/. 122,805	S/. 1,250,790

2015													
Tipo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Anual
MATERIALES	S/. 56,751	S/. 101,868	S/. 57,328	S/. 96,879	S/. 90,226	S/. 49,190	S/. 81,383	S/. 58,842	S/. 63,402	S/. 49,413	S/. 79,382	S/. 97,880	S/. 882,543

2016													
Tipo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Anual
Materiales	S/. 222,020	S/. 177,718	S/. 105,635	S/. 127,755	S/. 136,870	S/. 74,223	S/. 108,451	S/. 108,735	S/. 82,369	S/. 57,092	S/. 32,302	S/. 42,595	S/. 1,275,764

Periodo	Costo sin ZTU	Costo con ZTU	Lo que se pago adicional por compras urgentes (ZTU)
2014	S/. 49,616.90	S/. 74,425.35	S/. 24,808.45
2015	S/. 36,749.00	S/. 55,123.51	S/. 18,374.50
2016	S/. 57,098.43	S/. 85,647.65	S/. 28,549.22

Fuente: Costos y Planificación.

Anexo n° 17: Calculo del COK.

## Calculo del COK

$$\text{COK} = [ ( 1 + T ) \times ( 1 + I ) \times ( 1 + R ) - 1 ]$$

COK: Costo de Oportunidad.

T: Tasa de interés que desea ganar el inversionista.

I: Tasa de inflación esperada.

R: Riesgo del mercado.

COK= X  
T= 3.62%  
I= 2.80%  
R= 16.57%

COK= 24%



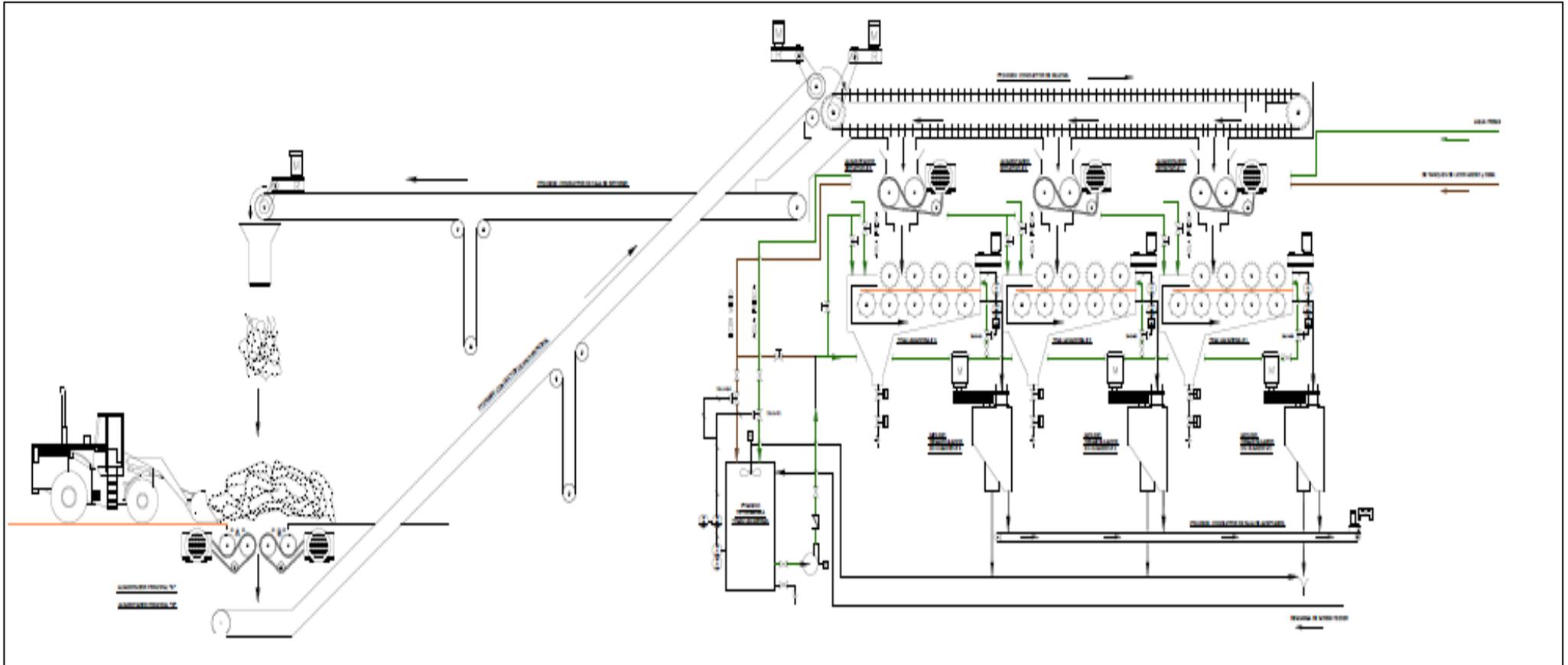


Diagrama Desmedulado Húmedo.

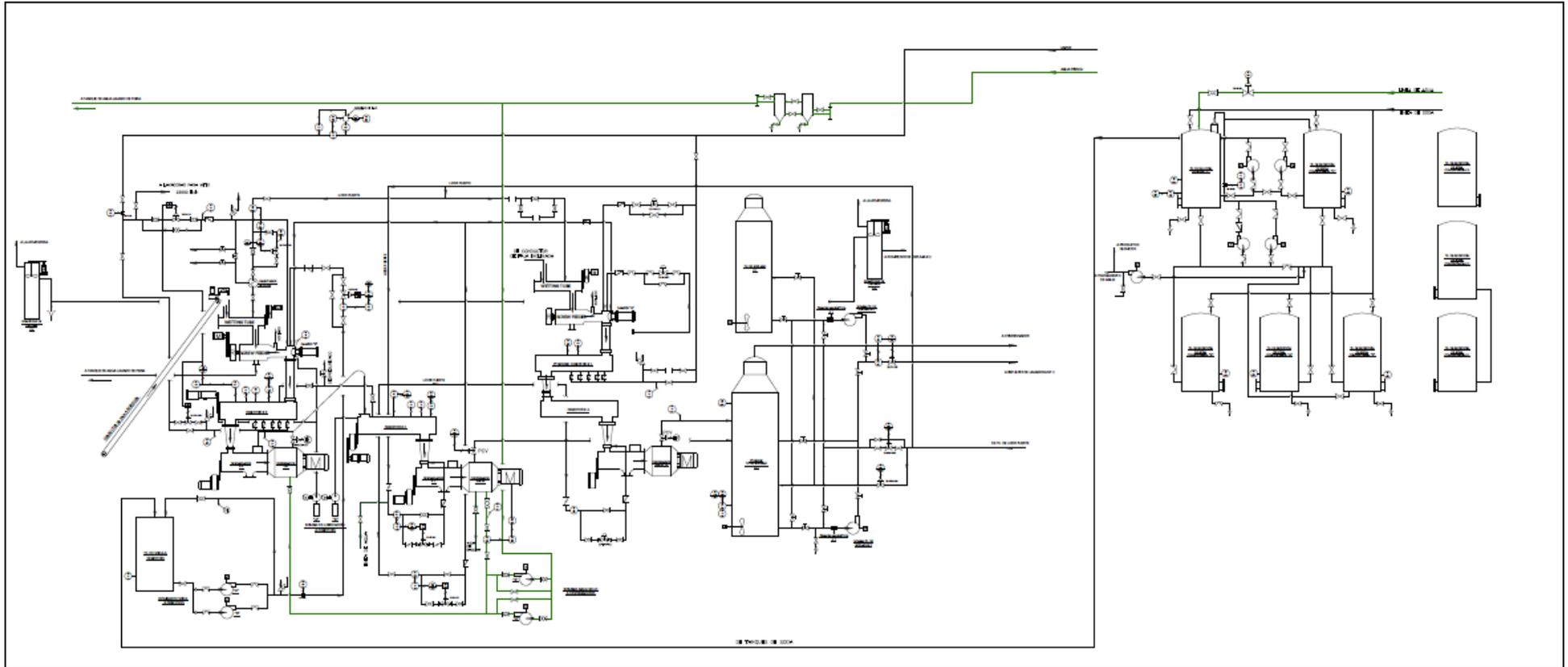


Diagrama de Digestión.

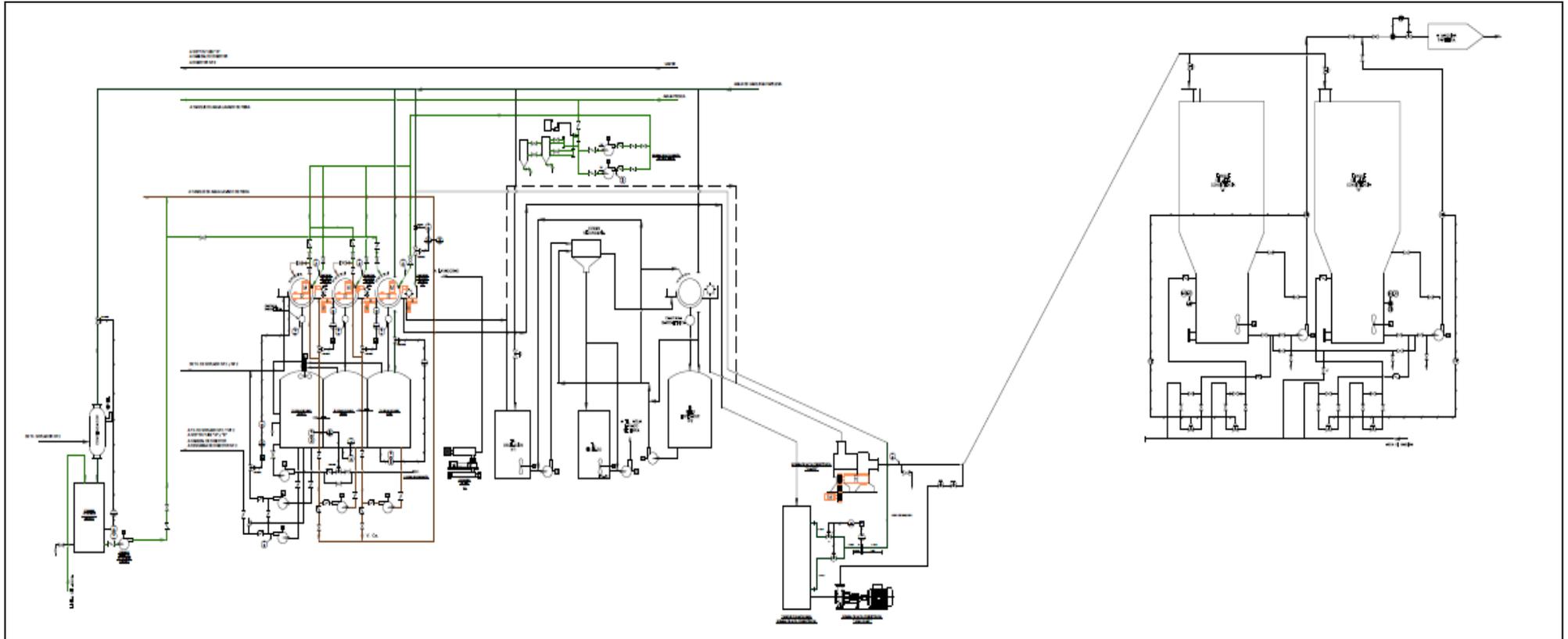


Diagrama de Lavado.

Anexo n° 19: Cuadro de gastos de Mantenimiento por Proceso – Trupal S.A (Trujillo).

PROCESO	GRUPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL	
Hidrapulper #7	MATERIALES	S/. 10,275.06	S/. 11,170.91	S/. 19,310.43	S/. 13,265.36	S/. 7,030.05	S/. 3,350.08	S/. 5,607.34	S/. 9,289.14	S/. 1,658.76	S/. 9,890.89	S/. 3,580.32	S/. 6,564.45	S/. 100,992.79	
Hidrapulper #7	SERVICIOS	S/. 3,854.00	S/. 2,126.96	S/. 4,697.76	S/. 7,300.00	S/. 139.55	S/. 5,574.23	S/. 850.00	S/. 3,800.00	S/. 5,268.61	S/. 630.00	S/. -	S/. -	S/. 34,241.11	S/. 135,233.90
Caldera TSXG	MATERIALES	S/. 197,188.64	S/. 68,760.45	S/. 137,533.24	S/. 207,371.52	S/. 158,905.91	S/. 40,272.89	S/. 284,554.52	S/. 107,801.52	S/. 81,531.56	S/. 49,260.26	S/. 29,740.96	S/. 81,524.62	S/. 1,444,446.09	
Caldera TSXG	SERVICIOS	S/. 74,635.53	S/. 78,568.90	S/. 43,982.61	S/. 93,304.76	S/. 43,698.13	S/. 64,404.41	S/. 32,601.04	S/. 66,503.40	S/. 62,963.83	S/. 67,343.99	S/. 23,117.40	S/. 15,792.86	S/. 666,916.86	S/. 2,111,362.95
MP-7	MATERIALES	S/. 121,062.85	S/. 153,175.44	S/. 95,964.19	S/. 150,975.27	S/. 90,401.06	S/. 108,074.09	S/. 129,055.55	S/. 112,072.66	S/. 88,904.13	S/. 89,549.51	S/. 45,377.24	S/. 127,154.73	S/. 1,311,766.72	
MP-7	SERVICIOS	S/. 20,648.57	S/. 99,720.32	S/. 115,460.84	S/. 93,586.33	S/. 86,133.52	S/. 58,251.73	S/. 41,321.98	S/. 104,256.61	S/. 44,536.07	S/. 57,803.54	S/. 28,500.43	S/. 29,000.55	S/. 779,220.49	S/. 2,090,987.21
Planta Fuerza	MATERIALES	S/. 1,203.43	S/. 243.46	S/. 9,296.04	S/. 8,202.86	S/. 6,607.09	S/. 4,543.60	S/. 9,439.47	S/. 394.36	S/. 185.79	S/. 2,502.68	S/. -	S/. 866.54	S/. 43,485.32	
Planta Fuerza	SERVICIOS	S/. -	S/. 3,750.00	S/. 2,026.27	S/. -	S/. 8,867.15	S/. 5,588.98	S/. 975.00	S/. 390.00	S/. 950.50	S/. 5,757.00	S/. -	S/. 300.00	S/. 28,604.90	S/. 72,090.22
Planta Tratamiento de Agua	MATERIALES	S/. 43,896.52	S/. 21,995.25	S/. 14,334.31	S/. 20,505.68	S/. 30,386.98	S/. 62,683.33	S/. 37,469.39	S/. 12,687.06	S/. 61,075.84	S/. 25,969.00	S/. 4,197.20	S/. 6,528.66	S/. 341,729.22	
Planta Tratamiento de Agua	SERVICIOS	S/. 25,162.18	S/. 6,279.92	S/. 5,630.00	S/. 31,396.07	S/. 6,203.16	S/. 13,569.92	S/. 13,465.66	S/. 3,151.41	S/. 14,430.38	S/. 46,606.06	S/. 11,400.00	S/. 13,059.63	S/. 190,354.39	S/. 532,083.61
Turbogenerador	MATERIALES	S/. 18,477.02	S/. 3,830.44	S/. 45,584.71	S/. 23,877.80	S/. 8,261.93	S/. 47,808.14	S/. 20,631.57	S/. 2,144.22	S/. 3,168.62	S/. 13,792.99	S/. 11,782.37	S/. 18,526.44	S/. 217,886.25	
Turbogenerador	SERVICIOS	S/. 7,575.85	S/. 2.47	S/. 2,416.83	S/. 30,401.87	S/. 3,211.55	S/. 23,146.61	S/. 24,242.96	S/. 41,684.98	S/. 30,105.79	S/. 2,906.00	S/. 5,429.75	S/. 8,650.00	S/. 179,774.66	S/. 397,660.91
Pulpa y Tratamiento de Bagazo	SERVICIOS	S/. 209,754.80	S/. 164,801.61	S/. 105,041.28	S/. 124,986.15	S/. 126,000.52	S/. 62,730.20	S/. 103,478.62	S/. 78,912.71	S/. 73,754.95	S/. 51,041.69	S/. 30,546.32	S/. 41,270.01	S/. 1,172,318.86	
Pulpa y Tratamiento de Bagazo	MATERIALES	S/. 53,772.14	S/. 129,748.22	S/. 222,998.61	S/. 80,240.72	S/. 69,658.40	S/. 69,615.30	S/. 40,123.96	S/. 35,550.50	S/. 36,335.04	S/. 48,921.39	S/. 51,021.83	S/. 42,994.66	S/. 880,980.77	
Desmedulado en Seco Trupal	SERVICIOS	S/. 12,265.17	S/. 12,916.02	S/. 594.00	S/. 2,768.69	S/. 10,869.02	S/. 11,492.50	S/. 4,972.28	S/. 29,822.21	S/. 8,613.92	S/. 6,050.76	S/. 1,755.70	S/. 1,324.95	S/. 103,445.22	
Desmedulado en Seco Trupal	MATERIALES	S/. -	S/. -	S/. 2,904.00	S/. 2,187.37	S/. 5,221.30	S/. 10,000.00	S/. 1,750.00	S/. 6,636.32	S/. 15,338.22	S/. 7,470.00	S/. 4,850.00	S/. 875.00	S/. 57,232.21	S/. 2,213,977.06

Fuente: Área de Planificación de costos – Ing. Jaime Bocanegra.

Anexo n° 20: Cuadro de Indicadores – Gestión de Mantenimiento Trupal S.A (Trujillo).



Año	Mes	Indicadores de Disponibilidad		Indicadores de Fiabilidad			Indicadores de Mantenibilidad			Indicadores de Costos		
		# horas de disponibilidad equipo durante el mes -----X 100 # total de horas durante el mes	# De ordenes de trabajo ejecutados -----X 100 # total de ordenes de trabajo programadas	Tiempo inactividad por averias -----X 100 Tiempo total de inactividad	Ordenes de trabajo de Mtto pendientes -----X 100 Total de ordenes de trabajo	# Total de paradas por debidas a fallos -----X 100 Tiempo total de carga	Tareas de Mtto preventivo realizadas -----X 100 Total tareas de Mtto preventivo programadas	Tiempo total de operaciones -----X 100 Numero Total de fallas	Tiempo total de fallas en un mes -----X 100 Numero de fallas durante el mes	Costo total por servicios -----X 100 Costo total de mantenimiento	Costo total horas hombre -----X 100 Costo total de mantenimiento	Costo total por materiales -----X 100 Costo total por mantenimiento
	Enero											
	Febrero											
	Marzo											
	Abril											
	Mayo											
	Junio											
	Julio											
	Agosto											
	Setiembre											
	Octubre											
	Noviembre											
	Diciembre											

Fuente: Área de Mantenimiento / Jefatura de Mantenimiento.